

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 1 年 1 1 月 1 5 日
Date of Application:

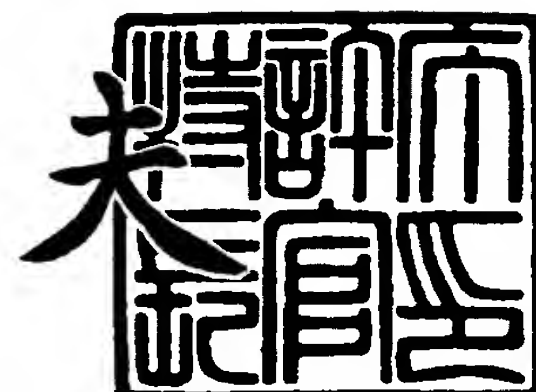
出 願 番 号 特 願 2 0 0 1 - 3 5 0 6 4 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 1 - 3 5 0 6 4 1]

出 願 人 セイコーインスツルメンツ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 01000952

【提出日】 平成13年11月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C25F 3/14

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 須田 正之

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 渡邊 直哉

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 古田 一吉

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 入江 昭夫

【代理人】

【識別番号】 100096378

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂上 正明

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 7329

【出願日】 平成13年 1月16日

【整理番号】 01000025

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-200306

【出願日】 平成13年 7月 2日

【整理番号】 01000530

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103799

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 部品製作方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 部品の製作方法において、

ベース材料の表面に犠牲層となる材料の層を堆積させる犠牲層形成工程と、
前記犠牲層の表面に前記犠牲層とは別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、

前記構造体材料層を、前記部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、

前記犠牲層のみを選択的に除去し、前記部品の外形に加工された前記構造体材料を前記ベース材料から分離する部品分離工程を含み、

かつ、前記部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特徴とする部品製作方法。

【請求項 2】 部品の製作方法において、

ベース材料の表面にベース材料とは別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、

前記構造体材料層を、前記部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、

前記ベース材料の一部あるいは全体を選択的に除去し、前記部品の外形に加工された前記構造体材料を前記ベース材料から分離する部品分離工程を含み、

かつ、前記部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特徴とする部品製作方法。

【請求項 3】 部品の製作方法において、

ベース材料を表面処理し、ベース材料表面に剥離層の形成を行う剥離層形成工程と、

前記剥離層の表面に部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、

前記構造体材料層を、前記部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、

前記部品の外形に加工された前記構造体材料を、前記剥離層の表面で前記ベース材料から分離する工程を含み、

かつ、前記部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特徴とする部品製作方法。

【請求項 4】 前記部品形状加工工程が、前記化学的加工プロセスにより、部品の外形形状に沿って、前記構造体材料層に所定の幅の溝を形成し、前記構造体材料層から前記部品のみを分離する工程を含む請求項 1 から 3 のいずれかに記載の部品製作方法。

【請求項 5】 前記部品形状加工工程に用いられる化学的加工プロセスが、加工溶液中において、適切な形状を有する加工電極を前記構造体材料層に対向して配置する工程と、

前記構造体材料層と前記加工電極の間に適切な電圧を印加しながら、前記加工電極あるいは前記構造体材料層の少なくとも一方を、加工する形状に対応した経路で相対的に移動させる工程を含む請求項 4 記載の部品製作方法。

【請求項 6】 ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、前記構造体材料層の一部が前記ベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、前記構造体固定部以外の前記構造体材料層は、前記ベース材料と固着しておらず、前記ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な可動構造を含む部品の製作方法において、

ベース材料の表面に犠牲層となる材料の層を堆積させる犠牲層形成工程と、犠牲層の一部を除去して前記ベース材料表面を露出させ、構造体固定部を形成する構造体固定部形成工程と、

前記犠牲層および前記構造体固定部の表面に、前記犠牲層とは別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、

前記構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、

前記犠牲層のみを選択的に除去し、構造体固定部以外の前記構造体材料層と前記ベース材料とを分離する可動部分離工程を含み、

かつ、前記可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特

徴とする部品製作方法。

【請求項 7】 ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、前記構造体材料層の一部が前記ベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、前記構造体固定部以外の前記構造体材料層は、前記ベース材料と固着しておらず、前記ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な可動構造を含む部品の製作方法において、
構造体固定部となる領域以外のベース材料の表面に、犠牲層となる材料の層を堆積させる犠牲層形成工程と、
前記犠牲層および前記構造体固定部の表面に、前記犠牲層とは別種である構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、
前記構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、
前記犠牲層のみを選択的に除去し、前記構造体固定部以外の前記構造体材料層と前記ベース材料とを分離する可動部分離工程を含み、
かつ、前記可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特徴とする部品製作方法。

【請求項 8】 ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、前記構造体材料層の一部が前記ベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、前記構造体固定部以外の前記構造体材料層は、前記ベース材料と固着しておらず、前記ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な構造を有する部品の製作方法において、
構造体固定部となる領域以外のベース材料の表面に、剥離層の形成を行う剥離層形成工程と、
前記剥離層および前記構造体固定部の表面に、構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、
前記構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、
前記構造体固定部以外の前記構造体材料層と前記ベース材料とを前記剥離層の表面で分離する、可動部分離工程を含み、

かつ、前記可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われることを特徴とする部品製作方法。

【請求項 9】 前記可動部形状加工工程が、前記化学的加工プロセスにより、可動部の外形形状に沿って、前記構造体材料層に所定の幅の溝を形成し、前記構造体材料層内に前記可動部形状を形成する工程を含む請求項 6 から 8 のいずれかに記載の部品製作方法。

【請求項 1 0】 前記可動部形状加工工程に用いられる化学的加工プロセスが、加工溶液中において、適切な形状を有する加工電極を前記構造体材料層に対向して配置する工程と、
前記構造体材料層と前記加工電極の間に適切な電圧を印加しながら、前記加工電極あるいは前記構造体材料層の少なくとも一方を加工する形状に対応した経路で相対的に移動させる工程を含む請求項 9 記載の部品製作方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属工業、化学工業、電子工業、機械工業分野等において、導電性材料からなる部品、およびセンサやアクチュエータなどに使用される、導電性材料からなり、かつ可動部分を有する構造を含む部品の製作する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来の部品の製作方法としては、機械加工技術や放電加工技術を利用して加工材料の不要部分を除去して所望の形状とし、部品を製作する方法が一般的であった。このうち、機械加工技術を利用した方法では、切削工具を用いて、切削工具と加工材料のいずれかを回転させ、同時に切削工具と加工材料を接触させることにより加工材料の不要部分を除去して、最終的に所望の形状となった部品を得ていた。一方、放電加工技術を利用した方法では、所望の加工形状に対応した先端形状を有する加工電極を製作し、加工電極と加工材料との間を所定の距離に調節して、両者の間にパルス状の放電を繰り返し生じさせることにより加工材料の不要部分を除去して所望の形状とし、部品を製作していた。

【0003】

一方、一部に可動部分を含む部品を製作する方法としては、前述した機械加工技術や放電加工技術等の種々の加工技術を利用して、その構造体を構成する要素を製作し、その後、要素を組み立てることにより製作する方法が一般的であった。

【0004】

また、このような方法とは別に、図3及び図4に示すように基板上に層状に堆積させた薄膜や厚膜をフォトリソグラフィーによりパターンニングする方法で可動部を形成する方法も一般的に用いられている。図3及び図4に示す方法により、可動部を形成する場合は次のような手順となる。

【0005】

まず、平坦なベース基板101の一部分に、ベース基板101とは異種 material からなる犠牲層102を所定の厚みに堆積させる(図3(2))。さらに犠牲層102の上に、犠牲層102とは異種 material からなる、構造体材料層103を所定の厚みに堆積させる(図3(3))。続いて、構造体材料層103を所望の形状にパターンニングを行う。

【0006】

まず、フォトレジスト301を構造体材料層103上に塗布し(図3(4))、構造体材料層103に形成するパターンを有するフォトマスク302を介して、フォトレジスト301に光を照射し、フォトレジスト301を露光させる(図3(5))。その後、現像、リンス、ポストベーク等の工程を経ることにより、フォトレジスト301上に構造体材料層103をパターンニングするための、マスクパターンを形成する(図4(6))。この状態で、構造体材料層103を溶解させるエッチング液中に浸漬させ、構造体材料層103のうちフォトレジスト302で被覆されていない部分をエッチングする。構造体材料層103のフォトレジスト302で被覆されていない部分が貫通し、犠牲層102まで達した状態(図4(7))になったら、次にベース基板101と構造体材料103は溶解せず、犠牲層102のみを選択的に溶解させるエッチング液中に浸漬させ、図3(2)の工程で形成した犠牲層102を除去する(図4(8))。最後にフォトレジスト301を除去し、構

造体材料層 103 内に、ベース基板 101 とは固着しない可動部 202 を形成することができる(図 4(9))。図 4(9)に示した状態では、可動部 202 は四角を細い梁を介して構造体固定部 201 と接続されているだけなので、可動部 202 に外部から力が加わると、その力に応じた量だけ可動部 202 はベース基板 101 に対して相対移動することになる。このような構造は、例えば圧力センサや加速度センサに利用されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、これら従来の部品製作方法にはいくつかの問題点がある。まず、機械加工技術を利用した部品製作方法の問題点としては、下記の点が挙げられる。

(1)最終的な部品の形状となるまで加工材料全体を除去加工していくため、材料に無駄が多い。また、加工時間も長くなる。

(2)使用する加工機の種類によって加工可能な形状が制限されるため、複雑な形状を有する部品を製作する場合には多種類の加工機が必要となり、加工の工程数が多くなる。

(3)切削工具と加工対象物を接触させて加工するため、切削工具の消耗が避けられない。切削工具が消耗してくると、加工精度が低下したり、加工面が粗くなったりする等の問題が生じるため、必要に応じて切削工具を交換する必要がある。

(4)切削工具と加工対象物との間に生じる物理的な力を利用して加工を行うため、加工対象物の硬さや靱性の影響を受ける。よって、加工対象物被加工物の材質に応じて切削工具の種類や加工条件を調節する必要がある。

(5)加工分解能は、切削工具の先端部サイズが小さいほど高くなるが、物理的な力を利用した加工であるため、切削工具先端のサイズの微小化には限界がある。また、同様に、加工対象物も、加工時に作用する物理的な力で変形しないことが必要となるため、加工可能な部品のサイズには限界がある。

【0008】

次に、放電加工技術を利用した方法の問題点としては、下記の点が挙げられる。

(1)加工電極の先端形状によって被加工物の加工形状が決定されるため、加工を行う前にあらかじめ所望の加工形状に対応した先端形状を有する加工電極を製作しなければならない。通常、加工電極の製作には、ワイヤ放電加工機が用いられており、加工電極の製作と実際の部品加工用の2種類の放電加工機が必要となるため、製造コストが高くなる。

(2)機械加工と同様に、加工電極の消耗が避けられず、必要に応じて加工電極を交換しなければならない。また、加工時には、加工電極の消耗を考慮に入れて加工機の制御を行わなければならない、制御方法が複雑になる。

(3)ほとんどの場合、機械加工と同様に、最終的な部品の形状となるまで、加工材料全体を除去加工していくため、材料に無駄が多く、加工時間も長くなる。

(4)除去加工時に必要なパルス状の放電を生じさせるためには、高い電圧を印加する必要があり、加工時のエネルギー消費が大きく、また、放電により加工後の表面に変質層が生じる場合がある。

【0009】

また、一部が可動する構造を含む部品を製作する場合には、従来の方法では次のような問題点がある。まず、機械加工技術や放電加工技術等の種々の加工技術を利用して、その部品を構成する要素を製作し、その後、それらの要素を組み立てることにより製作する方法の場合には、個別の要素を製作した後に組み立てるという作業が必要となるため、製作しようとする部品の大きさが小さくなるにつれて、それを構成する要素のサイズも微小化し、組立を行う際に破損したり、必要な精度を保って組立を行うことが不可能になったりする等の問題が発生してくる。このような問題を解決するためには、精密な位置決め動作が可能なマニピュレータを使用する等の対策を行う必要があり、製作コストが高くなってしまいう問題がある。

【0010】

次に基板上に層状に堆積させた薄膜や厚膜を、フォトリソグラフィーによりパターンニングする方法で部品の可動部を形成する方法の場合は、前出の方法と比較した場合、組立作業を必要としないため、製作しようとする部品が小型となった場合にも対応可能であるという点では優れている。

【0011】

しかし、この方法の場合、構造体材料 103 の厚みが厚くなった場合には、図 4(7)に示す構造体材料 103 のエッチング工程において、レジストパターンの下までエッチングされてしまう(アンダーカット)ことにより、パターンの形状精度が低下する、長時間エッチング液に浸漬することになるため、その期間エッチング液に対する耐性を有するレジスト材料が必要となる等の問題が生じる。このうち前者については、エッチング方向に異方性のある材料やエッチング溶液を用いるなどの方法をとることにより回避することも可能であるが、こうした場合は、構造体材料 103 にそのような性質を有する材料を用いなければならず、材料の選択の幅が狭くなってしまう。また、フォトレジスト 301 を所望のパターンに露光するためには、それに合わせたフォトマスク 302 をあらかじめ製作しておく必要があり、構造体材料 103 をその場で任意の形状に加工することはきわめて困難である。例えば、構造体材料 103 の形状を、加工後の特性から最適化しようとした場合には、事前に多くのフォトマスクパターンを作成しておく必要があり、最適な結果が得られるまでには、多くの時間とコストがかかるという問題が生じる。

【0012】

本発明の部品製法では、上記のような課題を解決するための手段を提供する。

【0013】**【課題を解決するための手段】**

本発明に係る第 1 の部品製法は、ベース材料の表面に犠牲層となる材料の層を堆積させる犠牲層形成工程と、犠牲層の表面に犠牲層とは別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、犠牲層のみを選択的に除去し、部品の外形に加工された構造体材料をベース材料から分離する部品分離工程を含み、かつ、部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【0014】

また、本発明に係る第 2 の部品製法は、ベース材料の表面にベース材料と

は別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、ベース材料の一部あるいは全体を選択的に除去し、部品の外形に加工された構造体材料をベース材料から分離する部品分離工程を含み、かつ、部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【0015】

また、本発明に係る第3の部品製作方法は、ベース材料を表面処理し、ベース材料表面に剥離層の形成を行う剥離層形成工程と、剥離層の表面に部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、部品の外形形状に沿って加工を行う部品形状加工工程と、部品の外形に加工された構造体材料を、剥離層の表面でベース材料から分離する工程を含み、かつ、部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【0016】

また、本発明に係る第4の部品製作方法は、第1から第3のいずれかの部品製作方法で、部品形状加工工程が、化学的加工プロセスにより、部品の外形形状に沿って、構造体材料層に所定の幅の溝を形成し、構造体材料層から部品のみを分離する工程を含む。

【0017】

また、本発明に係る第5の部品製作方法は、第4の部品製作方法で、部品形状加工工程に用いられる化学的加工プロセスが、加工溶液中において、適切な形状を有する加工電極を構造体材料層に対向して配置する工程と、構造体材料層と加工電極の間に適切な電圧を印加しながら、加工電極あるいは構造体材料層の少なくとも一方を、加工する形状に対応した経路で相対的に移動させる工程を含む。

【0018】

また、本発明に係る第6の部品製作方法は、ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、構造体材料層の一部がベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、構造体固定部以外の構造体材料層は、ベース材料と固着しておらず、ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な可動構造を含む部品の製作方法であり、ベース材料の表面に犠牲層となる材料の

層を堆積させる犠牲層形成工程と、犠牲層の一部を除去してベース材料表面を露出させ、構造体固定部を形成する構造体固定部形成工程と、犠牲層および構造体固定部の表面に、犠牲層とは別種である部品構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、犠牲層のみを選択的に除去し、構造体固定部以外の構造体材料層とベース材料とを分離する可動部分離工程を含み、かつ、可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る第 7 の部品製作方法は、ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、構造体材料層の一部がベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、構造体固定部以外の構造体材料層は、ベース材料と固着しておらず、ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な可動構造を含む部品の製作方法であり、構造体固定部となる領域以外のベース材料の表面に、犠牲層となる材料の層を堆積させる犠牲層形成工程と、犠牲層および構造体固定部の表面に、犠牲層とは別種である構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、犠牲層のみを選択的に除去し、構造体固定部以外の構造体材料層とベース材料とを分離する可動部分離工程を含み、かつ、可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係る第 8 の部品製作方法は、ベース材料とその上に形成した構造体材料層から構成され、構造体材料層の一部がベース材料と固着された状態にある構造体固定部を形成し、かつ、構造体固定部以外の構造体材料層は、ベース材料と固着しておらず、ベース材料に対して相対位置を変化させることが可能な構造を有する部品の製作方法であり、構造体固定部となる領域以外のベース材料の表面に、剥離層の形成を行う剥離層形成工程と、剥離層および構造体固定部の表面に、構造体の材料となる層を堆積させる構造体材料層形成工程と、構造体材料層を、可動部の外形形状に沿って加工を行う可動部形状加工工程と、構造体固定部以外の構造体材料層とベース材料とを剥離層の表面で分離する、可動部分離

工程を含み、かつ、可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより行われる。

【0 0 2 1】

また、本発明に係る第 9 の部品製作方法は、第 6 から第 8 の部品製作方法で、可動部形状加工工程が、化学的加工プロセスにより、可動部の外形形状に沿って、構造体材料層に所定の幅の溝を形成し、構造体材料層内に可動部形状を形成する工程を含む。

【0 0 2 2】

また、本発明に係る第 1 0 の部品製作方法は、第 9 の部品製作方法で、可動部形状加工工程に用いられる化学的加工プロセスが、加工溶液中において、適切な形状を有する加工電極を前記構造体材料層に対向して配置する工程と、構造体材料層と加工電極の間に適切な電圧を印加しながら、加工電極あるいは構造体材料層の少なくとも一方を加工する形状に対応した経路で相対的に移動させる工程を含む。

【0 0 2 3】

【発明の実施の形態】

まず、可動構造を含まない場合の部品製作方法の概略を図 1 に示す。まず、部品加工を行うベース基板 1 0 1 上に、犠牲層 1 0 2 となる導電性材料の層を形成し(図 1 (2))、さらに犠牲層 1 0 2 表面に、犠牲層 1 0 2 とは別種で導電性を有する構造体材料層 1 0 3 を堆積させる(図 1 (3))。

【0 0 2 4】

次に、目的とする部品の外形形状に沿って材料層の加工を行う。ここでは、図 1 (3)の状態にある基板を加工液中に浸漬し、電解加工法を利用して加工を行う。使用する加工液には、構造体材料のみを選択的に電解加工を行うのに適したものを選択する。具体的には、まず、構造体材料層 1 0 3 を必要な加工精度・分解能で形状加工を行うのに適した先端部分の直径を有する加工電極 1 0 4 を構造体材料層 1 0 3 の加工部位に近接させ、加工電極 1 0 4 と構造体材料層 1 0 3 の間に適切な電圧を印加する。ここで印加する電圧は、構造体材料層 1 0 3 の種類や加工の形状によって、周波数や波形などを適切なものを選択する。さらに加工電

極 104 とベース基板 101 とを、加工電極 104 の先端が加工しようとする形状に沿うように相対的に移動させながら電圧を印加する。構造体材料層 103 の厚みが厚い場合には、電圧を印加しながら形状に沿って加工電極を移動させる工程を複数回繰り返す必要があり、その場合は、直前の工程によって構造体材料層 103 に溝が形成されているので、その溝の深さの分に応じて加工電極 104 先端とベース基板 101 との距離を調節する。最終的に、構造体材料層 103 を目的とする形状で貫通する溝加工が行えた状態(図 1(4))まで、この工程を繰り返す。

【0025】

その後、犠牲層 102 のみを選択的に溶解させるエッチング液中に浸漬させ、図 1(2)の工程で形成した犠牲層 102 を除去する(図 1(5))。犠牲層 102 のみを選択的に溶解させることで、構造体材料層 103 から部品 105 のみが分離される(図 1(6))。

【0026】

ここで説明した方法では、構造体材料層 103 内に形成した部品 105 をベース基板 101 から分離するために犠牲層 102 を使用したが、犠牲層 102 の代わりに、ベース基板 101 との密着性は高いが、構造体材料層 103 との密着性があまり強くない材料をベース基板 101 上に堆積させ、これを剥離層として使用することで、電解加工後に部品 105 をベース基板 101 から分離する方法を用いても同様の結果が得られる。

一方、部品の一部に可動構造を含む場合の部品製作方法の概略を図 2 に示す。まず、ベース基板 101 上にベース基板 101 とは異なる材料からなる犠牲層 102 を堆積させる(図 2(2))。次に犠牲層 102 の一部を除去し、ベース基板 101 の表面が露出した状態にする(図 2(3))。ここで、ベース基板 101 が露出した部分は最終的には構造体固定部 201 となる。次に犠牲層 102 の上に、犠牲層 102 とは異なる材料からなる構造体材料層 103 を所定の厚みに堆積させる(図 2(4))。

【0027】

続いて、この構造体材料層 103 を電解加工法を用いて所望の形状に加工する

。構造体材料層 103 を必要な加工精度・分解能で形状加工を行うのに適した先端部分の直径を有する加工電極 104 を構造体材料層 103 の加工部位に近接させ、加工電極 104 と構造体材料層 103 の間に適切な電圧を印加する。ここで印加する電圧は、構造体材料層 103 の種類や加工の形状によって、周波数や波形などを適切なものを選択する。さらに加工電極 104 とベース基板 101 とを、加工電極 104 の先端が加工しようとする形状に沿うように相対的に移動させながら電圧を印加する。構造体材料層 103 の厚みが厚い場合には、電圧を印加しながら形状に沿って加工電極を移動させる工程を複数回繰り返す必要があり、その場合は、直前の工程によって構造体材料層 103 に溝が形成されているので、その溝の深さの分に応じて加工電極 104 先端とベース基板 101 との距離を調節する。最終的に、構造体材料層 103 を目的とする形状で貫通する溝加工が行えた状態(図 2(5))まで、この工程を繰り返す。

【0028】

その後、犠牲層 102 のみを選択的に溶解させるエッチング液中に浸漬させ、図 2(2)の工程で形成した犠牲層 102 を除去する(図 2(6))。犠牲層 102 のみを選択的に溶解させることで、可動部 202 が構造体材料層 103 内に形成される。

【0029】

ここで説明した方法では、構造体材料層 103 内に形成した可動部 202 をベース基板 101 から分離するために犠牲層 102 を使用したが、犠牲層 102 の代わりに、ベース基板 101 との密着性は高いが、構造体材料層 103 との密着性があまり強くない材料をベース基板 101 上に堆積させ、これを剥離層として使用することで、電解加工後に可動部 202 をベース基板 101 から分離する方法を用いても同様の結果が得られる。

【0030】

なお、上記に記載した方法のうち、犠牲層 102 の形成、構造体材料層 103 の形成、剥離層の形成において、メッキなどの湿式のプロセスを用いると、電解加工と同一の装置内ですべての工程を実施することが可能となる。ただし、これに限定されるものではなく、真空蒸着、スパッタリング法、CVD 法などの薄膜

形成プロセスを用いても、同様の結果を得ることができる。

【 0 0 3 1 】

次に本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

(実施の形態 1)

本実施の形態では、ベース基板としてクロム基板、犠牲層として銅薄膜、構造体材料層としてニッケル厚膜を用い、可動部を含まない部品を製作した場合について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、本発明の部品製作法により、可動部を含まない部品を製作する場合のプロセスの概略を示したものである。

【 0 0 3 3 】

まず、ベース基板となるクロム基板 5 0 1 の表面に、シアン化銅を含む溶液中で電気メッキにより、犠牲層となる銅薄膜 5 0 2 を形成する(図 5 (2))。このメッキに使用したメッキ浴は、通常用いられている一般的な銅メッキ浴を使用することが可能である。犠牲層の厚みはできるだけ薄い方がよいが、ピンホールやメッキむらがあると、後の工程で構造体材料層とベース基板を分離することができなくなるため、0.5～数マイクロメートル程度の厚みとするのが好ましいが、これに限定されるものではない。

【 0 0 3 4 】

次に、この銅薄膜 5 0 2 の表面に、スルファミン酸ニッケルを含む溶液中で、電気メッキにより、構造体材料層となるニッケル厚膜 5 0 3 を形成する(図 5 (3))。この時のニッケル厚膜 5 0 3 の膜厚は、目的とする部品の厚みと同一にする必要がある。本実施の形態では、形成する部品の厚みが比較的大きいため、内部応力の少ないメッキ膜が得られるスルファミン酸ニッケル浴を使用した。他の内部応力の少ない膜が形成できるメッキ浴を使用することも可能である。また、部品の厚みが薄い場合には、材料層の厚みも薄くなるために、他のメッキ浴、例えば一般的に用いられるワット浴や塩化ニッケル浴等を使用することも可能である。さらに、メッキ以外の方法、例えば真空蒸着法や、スパッタリング法などを用いることも可能である。

【0035】

次に、加工電極104を用いて、ニッケル厚膜503に目的とする部品の外形形状に沿って、所定の幅、深さの溝を加工する(図5(4))。これによって、ニッケル厚膜503は、部品105とそれ以外の部分に分離される。最後に、銅薄膜502のみを除去する(図5(5)) ことにより、部品105はクロム基板501から分離される(図5(6))。銅薄膜502を選択的に除去する方法としては、ニッケルおよびクロムは溶解せずに銅のみを溶解させる溶液中に浸漬するか、銅のみが選択的に溶解する電圧を印加して電気化学的にエッチングすることにより行う。

【0036】

本実施の形態では、ベース基板材料としてクロム、犠牲層材料として銅、構造体材料層としてニッケルを使用した。以下の条件を満たせば他の材料を使用することも可能である。

- (1)ベース基板としては導電性を有するものであれば使用可能である。
- (2)犠牲層としては、導電性を有し、かつベース材料や部品材料との密着性がよく、除去時にはベース材料や部品材料に影響を及ぼさずに選択的に除去することが可能である材料であれば使用可能である。
- (3)構造体材料層については、最終的な部品の厚みまで堆積が可能な材料で、かつその一部を電気化学反応により、選択的に除去加工することができる材料であれば使用可能である。

【0037】

さらに加工電極104については、導電性を有し、かつ加工溶液中において化学的に安定な材料で構成され、部品形状加工工程において目的とする形状に加工するに適した形状・サイズを有している必要がある。

(実施の形態2)

本実施の形態では、ベース基板としてクロム基板、構造体材料層としてニッケル厚膜を用い、可動部を含まない部品を製作した場合について説明する。

【0038】

図6は、本発明の部品製作法により、部品を製作する場合のプロセスの概略を

示したものである。

【 0 0 3 9 】

まず、スルファミン酸ニッケルを含む溶液中で電気メッキにより、ベース基板となるクロム基板 5 0 1 の表面に、構造体材料層となるニッケル厚膜 5 0 3 を形成する(図 6 (2))。この時のニッケル厚膜 5 0 3 の膜厚は、実施の形態 1 と同様、目的とする部品の厚みと同一にする必要がある。また、条件が合致すればスルファミン酸ニッケル以外のメッキ浴やメッキ以外の方法が使用可能であることも、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 4 0 】

次に、加工電極 1 0 4 を用いて、ニッケル厚膜 5 0 3 に目的とする部品の外形形状に沿って、所定の幅、深さの溝を加工する(図 6 (3))。これによって、ニッケル厚膜 5 0 3 は、部品 1 0 5 とそれ以外の部分に分離される。最後に、クロム基板 5 0 1 のみを除去する(図 6 (4))ことにより、部品 1 0 5 はクロム基板 5 0 1 から分離される(図 6 (5))。クロム基板 5 0 1 を選択的に除去する方法としては、ニッケルは溶解せずにクロムのみを溶解させる溶液中に浸漬するか、クロムのみが選択的に溶解する電圧を印加して電気化学的にエッチングすることにより行う。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態では、ベース基板材料としてクロム、構造体材料層としてニッケルを使用した。以下の条件を満たせば他の材料を使用することも可能である。

(1) ベース基板としては導電性を有し、かつ部品材料との密着性がよく、除去時には部品材料に影響を及ぼさずに選択的に除去することが可能である材料であれば使用可能である。

(2) 構造体材料層については、最終的な部品の厚みに堆積が可能な材料で、かつその一部を電気化学反応により、選択的に加工することができる材料であれば使用可能である。

【 0 0 4 2 】

加工電極 1 0 4 については、実施の形態 1 と同様の条件を満たす必要がある。

(実施の形態 3)

本実施の形態では、ベース基板としてニッケル基板、構造体材料層としてニッケル厚膜を用い、可動部を含まない部品を製作した場合について説明する。

【0043】

図7は、本発明の部品製作法により、部品を製作する場合のプロセスの概略を示したものである。

【0044】

まず、ベース基板となるニッケル基板701を、重クロム酸カリウムの溶液中に浸漬し、表面に剥離層702を形成する(図7(2))。この剥離層702はニッケルが重クロム酸カリウムにより酸化されて形成したニッケル酸化膜である。重クロム酸カリウム溶液中に浸漬している時間の長さによって、この上に形成される層の剥離のしやすさが変化するため、適切な浸漬時間を設定する。

【0045】

次に、この剥離層702の表面に、スルファミン酸ニッケルを含む溶液中で、電気メッキにより、構造体材料層となるニッケル厚膜503を形成する(図7(3))。この時のニッケル厚膜503の膜厚は、実施の形態1と同様、目的とする部品の厚みと同一にする必要がある。また、条件が合致すればスルファミン酸ニッケル以外のメッキ浴やメッキ以外の方法が使用可能であることも、実施の形態1と同様である。

【0046】

次に、加工電極104を用いて、ニッケル厚膜503に目的とする部品の外形形状に沿って、所定の幅、深さの溝を加工する(図7(4))。これによって、ニッケル厚膜503は、部品105とそれ以外の部分に分離される。最後に、剥離層702から部品105のみを機械的に剥離する(図7(5))ことにより、部品105はニッケル基板701から分離される(図7(6))。

【0047】

本実施の形態では、ベース基板材料としてニッケル、構造体材料層としてニッケルを使用した。以下の条件を満たせば他の材料を使用することも可能である。

(1) ベース基板としては導電性を有し、表面を化学的に処理することにより、

剥離層を形成することができる材料であれば使用可能である。

(2) 構造体材料層については、最終的な部品の厚みに堆積が可能な材料で、かつその一部を電気化学反応により、選択的に加工することができる材料であれば使用可能である。

【0048】

加工電極 104 については、実施の形態 1 と同様の条件を満たす必要がある。

(実施の形態 4)

本実施の形態では、ベース基板としてクロム基板を、犠牲層に銅薄膜を、構造体材料層にニッケル厚膜を使用し、内部に可動構造を有する部品を製作した場合について説明する。

【0049】

図 8 は、本発明の部品製作法により、部品を製作する場合のプロセスの概略を示したものである。

【0050】

まず、クロム基板 501 を研磨し、シアン化銅を含む溶液中で電気メッキにより、その表面に、犠牲層となる銅薄膜 502 を形成する(図 8(2))。このメッキに使用したメッキ浴は、通常用いられている一般的な銅メッキ浴を使用することが可能である。犠牲層の厚みはできるだけ薄い方がよいが、ピンホールやメッキむらがあると、後の工程で構造体材料層とベース基板を分離することができなくなるため、0.5～数マイクロメートル程度の厚みとするのが好ましい。ただし、この範囲に限定されるものではない。次に図 8(3)に示すように、銅薄膜 502 の一部を除去し、クロム基板 501 の表面を露出させる。この部分が最終的に、構造体材料層であるニッケル厚膜 503 とクロム基板 501 が固着した構造体固定部 201 となる。なお、この工程の替わりに、銅薄膜 502 を形成させる工程で、構造体固定部 201 となるクロム基板 501 の表面が露出するように、銅薄膜 502 を堆積させる方法を用いても、同様の結果が得られる。

【0051】

次に、この銅薄膜 502 の上に、スルファミン酸ニッケルを含む溶液中で、電気メッキすることにより、構造体材料層となるニッケル厚膜 503 を形成する。

この時のニッケル厚膜 503 の膜厚は、目的とする部品の厚みと同一にする必要がある。本実施の形態では、形成する部品の厚みが比較的大きいため、内部応力の少ないメッキ膜が得られるスルファミン酸ニッケル浴を使用した。他の内部応力の少ない膜が形成できるメッキ浴を使用することも可能である。

【0052】

また、部品の厚みが薄い場合には、材料層の厚みも薄くなるために、他のメッキ浴、例えば一般的に用いられるワット浴や塩化ニッケル浴等を使用することや、真空蒸着やスパッタリング法などのメッキ以外の手法を用いることも可能である。

【0053】

次に、加工電極 104 を用いて、ニッケル厚膜 503 に目的とする可動部分の外形形状に沿って、所定の形状、幅、深さの溝加工を行う。その際に形成した溝の部分では、ニッケル厚膜 503 を貫通し、銅薄膜 502 が露出している必要がある。最後に、犠牲層である銅薄膜 502 のみを選択的に除去することにより、可動部 202 をクロム基板 501 から分離させる。銅薄膜 502 のみを選択的に除去する方法としては、ニッケルおよびクロムは溶解せずに銅のみを溶解させる溶液中に浸漬するか、銅のみが選択的に溶解する電圧を印加して電気化学的にエッチングすることにより行う。

【0054】

本実施の形態では、ベース基板の材料としてクロム、犠牲層の材料として銅、構造体材料層としてニッケルを使用した。以下の条件を満たせば他の材料を使用することも可能である。

- (1) ベース基板としては導電性を有するものであれば使用可能である。
- (2) 犠牲層としては、導電性を有し、かつベース基板や構造体材料層との密着性がよく、除去時にはベース基板や構造体材料層に影響を及ぼさずに選択的に除去することが可能である材料であれば使用可能である。
- (3) 構造体材料層については、最終的な構造体の厚みまで堆積が可能な材料で、かつその一部を電気化学反応により、選択的に除去加工することができる材料であれば使用可能である。

【 0 0 5 5 】

加工電極 1 0 4 については、実施の形態 1 と同様の条件を満たす必要がある。

(実施の形態 5)

本実施の形態では、ベース基板としてニッケル基板を、構造体材料層にニッケル厚膜を使用し、内部に可動構造を有する部品を製作した場合について説明する。図 9 は、本発明の部品製作法により、部品を製作する場合のプロセスの概略を示したものである。

【 0 0 5 6 】

まず、ベース基板となるニッケル基板 7 0 1 を研磨し、重クロム酸カリウムの溶液中に浸漬し、表面に剥離層 7 0 2 を形成させる(図 9 (2))。この時、剥離層 7 0 2 は、ニッケル基板 7 0 1 の表面全面にではなく、一部の領域のみに形成させ、残りの部分はニッケル基板 7 0 1 の表面が露出している状態にする。このニッケル基板 7 0 1 表面が露出している部分が、最終的に構造体材料層であるニッケル厚膜 5 0 3 とニッケル基板 7 0 1 が固着した構造体固定部 2 0 1 となるので、最終的な可動部 2 0 2 の形状に合わせた形状に剥離層 7 0 2 を形成することができればなお望ましい。また、剥離層 7 0 2 はニッケルが重クロム酸カリウムにより酸化されて形成したニッケル酸化膜であり、重クロム酸カリウム溶液中に浸漬している時間の長さによって、この上に形成される層の剥離のしやすさが変化するため、適切な浸漬時間を設定する。

【 0 0 5 7 】

次に、この剥離層 7 0 2 の表面に、スルファミン酸ニッケルを含む溶液中で、電気メッキにより、構造体材料層となるニッケル厚膜 5 0 3 を形成する(図 9 (3))。この時のニッケル厚膜の膜厚は、実施の形態 4 と同様、目的とする構造体の厚みと同一にする必要がある。また、条件が合致すればスルファミン酸ニッケル以外のメッキ浴やメッキ以外の手法が使用可能であることも、実施の形態 4 と同様である。

【 0 0 5 8 】

続いて、加工電極 1 0 4 を用いて、構造体材料層であるニッケル厚膜 5 0 3 に目的とする可動部構造体の外形形状に沿って、所定の形状、幅、深さの溝加工を

行う(図9(4))。最後に、剥離層702の部分で、ニッケル基板701から可動部202を機械的に剥離させ、可動部202がニッケル基板701に対して相対的に移動できるようにする(図9(5))。

【0059】

本実施の形態では、基板材料としてニッケル、部品材料層としてニッケルを使用した。以下の条件を満たせば他の材料を使用することも可能である。

(1) ベース基板としては導電性を有し、表面を化学的に処理することにより、剥離層を形成することができる材料であれば使用可能である。

(2) 構造体材料層については、最終的な構造体の厚みまで堆積が可能な材料で、かつその一部を電気化学反応により、選択的に加工することができる材料であれば使用可能である。

【0060】

加工電極104については、実施の形態1と同様の条件を満たす必要がある。
(実施の形態6)

本実施の形態では、実施の形態1～5において、ニッケル厚膜503を加工電極104で加工する際の具体的な手順について説明する。

【0061】

ここで使用する加工装置としては、例えば図10に示すようなものが利用可能である。図10において、加工対象1001は、加工溶液が満たされた加工溶液容器1002内に設置され、さらに加工対象1001と対向して加工電極104が設置されている。なお、ここでの加工対象1001とは、部品材料層までが形成されたベース基板を指す。

【0062】

加工溶液容器1002は、その内部に設置された加工対象1001と一体で、X軸およびY軸方向に移動させることが可能なXY軸ステージ1003上に設置され、一方、加工電極104は、支持体を介してZ軸方向へ移動可能なZ軸ステージ1004に設置されている。さらにXY軸ステージ1003およびZ軸ステージ1004は、制御装置1005に接続されており、制御装置1005からの座標位置、移動速度情報に基づき、加工対象1001および加工電極104をそ

れぞれ任意の位置へ移動させることができる。

【 0 0 6 3 】

一方、加工対象 1 0 0 1 と加工電極 1 0 4 は、両者の間に任意の電圧を印加することが可能なプログラマブル電源 1 0 0 6 に接続されている。このプログラマブル電源 1 0 0 6 には、ポテンショ／ガルバノスタットを使用することも可能である。

【 0 0 6 4 】

加工電極 1 0 4 は、一般的には棒状であり、加工形状に合わせた直径、長さ加工されている。また、加工分解能を向上させるために、加工電極 1 0 4 は、先端部の一部のみが露出し、その他の部分は絶縁体で被覆されている。加工電極 1 0 4 には、例えば、カーボン、タングステン、白金等の加工溶液中において化学的に安定な材料を使用することができる。

【 0 0 6 5 】

上記のような構成で加工を行う際は、まず、加工対象 1 0 0 1 と加工電極 1 0 4 との間の距離が所定の間隔になるように離間距離を制御し、次に、プログラマブル電源 1 0 0 6 により、加工対象 1 0 0 1 と加工電極 1 0 4 の間に所定の電圧を印加しながら、同時に、加工電極 1 0 4 の先端が加工対象 1 0 0 1 上を製作する部品の外形形状に沿って移動するように、制御装置 1 0 0 5 により X Y 軸ステージ 1 0 0 3 を駆動する。

【 0 0 6 6 】

必要に応じて、加工対象 1 0 0 1 と加工電極 1 0 4 との距離を再調整した後、電圧印加しながら加工対象 1 0 0 1 を移動させる工程を数回繰り返す。これにより、加工材料層に部品の外形形状に沿って、溝が形成され、加工材料層が部品部分とそれ以外の部分に分離される。

(実施の形態 7)

本実施の形態では、犠牲層、剥離層、構造体材料層の形成と、部品形状加工工程を同一の装置で行う場合の実施例について説明する。

【 0 0 6 7 】

ここで使用する加工装置としては、例えば図 1 1 に示すようなものが利用可能

である。図 11 の構成の大部分は実施の形態 6 の場合と同様であるが、加工電極 104 として、メッキ用加工電極 1041 と形状加工用電極 1042 の二種類があり、加工電極切換え機構 1101 により、使用する電極を選択できる点が異なる。

【0068】

この装置を用いて、実施の形態 1 および実施の形態 4 に示す方法に従って、部品の製作を行う場合には、まず、加工溶液容器 1002 内に犠牲層のメッキ液を導入する。次に、加工電極切換え機構 1101 により、メッキ用加工電極 1041 が加工対象の直上に配置させ、さらに Z 軸ステージ 1004 で、メッキ用加工電極 1041 と、加工対象 1001 の間の距離が所定の間隔になるように離間距離を調整する。

【0069】

次に、プログラマブル電源 1006 により、加工対象 1001 とメッキ用加工電極 1041 の間に所定の電圧、所定の時間、電圧を印加することによって、所定の厚みの犠牲層をベース基板上に形成する。

【0070】

続いて、加工溶液容器 1002 内を構造体材料層のメッキ液に交換し、同様の手順により、犠牲層の上に構造体材料層を形成する。構造体材料層が形成されたら、加工電極切換え機構 1101 により、形状加工電極 1042 を選択して、以後は実施の形態 1 および実施の形態 4 で示した工程にしたがって、構造体材料層の加工を行う。

【0071】

最後に、犠牲層の除去を犠牲層のみが選択的に溶解する電圧を印加して、電気化学的にエッチングすることにより行う場合は、再度、加工電極切換え機構 1101 によりメッキ加工用電極 1041 に切換え、メッキ加工用電極 1041 と加工対象 1001 の間に所定の電圧を印加することで除去を行うことも可能である。

【0072】

図 11 に示す装置を用いて、実施の形態 3 および実施の形態 5 に示す方法で加

工を行う場合にも、上記に準じた方法を適用することが可能である。この場合は、犠牲層をメッキする替わりに、加工溶液容器 1002 内に剥離層 702 を形成するための表面処理溶液を導入し、所定の時間、加工対象 1001 を浸漬させるという工程を実施する。また、剥離層 702 をパターンニングし、ベース基板の表面を露出させることが必要な場合には、剥離層 702 の形成後、加工溶液容器 1002 に剥離層 702 を除去するための加工液を導入し、加工電極切換え機構 1101 により、形状加工用電極 1042 を選択する。そして、形状加工用電極 1042 と加工対象 1001 との間に、所定の波形、周波数の電圧を印加させた状態で、両者を相対的に移動させることで剥離層 702 のパターンニングを行い、構造体固定部 201 の部分にベース基板の表面が露出するように加工すればよい。

(実施の形態 8)

本実施の形態では、複雑な形状の可動部 202 を有する部品を製作する場合について説明する。図 12 および図 13 は、本発明の部品製作方法により、くし歯型アクチュエータ部品の形成を行う方法を示したものである。ここでは、ベース基板にクロム基板 501 を、犠牲層に銅薄膜 502 を、構造体材料層にニッケル厚膜 503 を使用し、実施の形態 7 で説明した図 11 に示す加工装置を用いた。

【0073】

まず、クロム基板 501 の全表面に犠牲層となる銅薄膜 502 を、シアン化銅を含む溶液中での電気メッキにより形成した。これを加工対象 1001 として、加工溶液容器 1002 中に設置しシアン化銅溶液を満たす。加工電極切換え機構 1101 により、メッキ用加工電極 1041 を選択し、これをシアン化銅溶液中で加工対象 1001 と対向して配置させた状態で、適切な波形、周波数をもつ電圧、あるいは直流電圧を印加し、クロム基板上に適切な膜厚の銅薄膜を形成する(図 12(2))。次に、加工溶液容器 1002 内を銅の電解エッチング液に交換し、また、加工電極切換え機構 1101 により形状加工用電極 1042 を選択する。ここでは、硝酸ナトリウムを含む水溶液などが電解エッチング液として使用することが可能である。

【0074】

形状加工用電極 1042 と加工対象 1001 との間の距離が所定の間隔になる

ように離間距離を制御し、次に、プログラマブル電源 1006 により、加工対象 1001 と形状加工用電極 1042 の間に所定の波形、周波数を有する電圧を印加しながら、同時に、制御装置 1005 により XY 軸ステージ 1003 を駆動する。この工程により、犠牲層である銅薄膜の一部に構造体固定部 201 を形成する(図 12(3))。

【0075】

続いて加工溶液容器 1002 内をニッケルメッキ液に交換し、加工電極切換え機構 1101 により、メッキ用加工電極 1041 を選択する。メッキ用加工電極 1041 をニッケルメッキ液中で加工対象 1001 と対向して配置させた状態で、適切な波形、周波数をもつ電圧、あるいは直流電圧を印加することにより、犠牲層である銅薄膜 502 上に適切な膜厚の構造体材料層であるニッケル厚膜 503 を形成する(図 13(4))。

【0076】

さらに加工溶液容器 1002 内をニッケルの電解エッチング液に交換し、加工電極切換え機構 1101 により、形状加工用電極 1042 を選択する。実施の形態 5 に示す工程により、構造体材料層 103 に所定のパターンの溝加工を行う(図 13(5))。この加工工程では、不要な構造体材料層をすべて除去する必要はなく、構造体材料の部品固定部と切り離すように溝を形成すれば、この後の犠牲層除去の工程において、不要な構造体材料層も一緒に除去することができる。このことは、本発明の部品形成方法では、電解加工による構造体材料層の形状加工に要する時間を最小限に短縮できることを示している。

【0077】

最後に加工溶液容器 1002 内に犠牲層である銅薄膜 502 をエッチングするための溶液を導入し、銅薄膜 502 のみを選択的に除去することで、可動部を有する構造体が完成する(図 13(6))。

【0078】

【発明の効果】

本発明の部品製作方法によれば、

(1) 部品の形状を加工する際に、部品の外形線上の近傍にある材料のみを除去

加工していくため、材料に無駄がなく、短い加工時間で済む。

(2) 単一の加工機で、複雑な形状の加工を行うことができ、さらに実施の形態 7 に示す方法を用いれば、中間層や材料層の形成も同一の装置内で行うことができるため、装置コストを小さく抑えることができる。

(3) 加工電極と加工対象は非接触状態で加工が行われるため、加工具の消耗がない。また、加工電極と加工対象間に物理的な力が作用しないために、両者のサイズに制限がない。

(4) 化学反応を利用した加工であるため、中間層や材料層の形成工程、部品形状加工工程、中間層やベース基板の除去工程においても、高電圧を印加する必要がなく、エネルギー消費が少なくてすむ。また、加えるエネルギーが小さいために、加工対象の表面への変質層の形成は少なく抑えられる。

などの、従来の部品製作方法での問題を解決する効果が得られる。

さらに、本発明の部品製作方法により、可動部を含む部品を製作する場合には、

(5) 機械加工法等を用いた場合と異なり、部品の組立工程が不要であるため、製作しようとする可動構造体の大きさが小さくなっても、組立を行う際の部品の破損や、必要な精度を保って組立を行うことが不可能になったりする等の問題が発生しない。

(6) 基板上に層状に堆積させた薄膜や厚膜をパターニングする方法で可動部を形成するが、このパターニングにフォトリソグラフィーではなく、電解加工法を用いるため、パターニングする構造体材料の厚みが厚くなった場合にも、アンダーカットによりパターンの形状精度が低下する問題や、長時間エッチング液に浸漬することによるフォトレジストの耐久性の問題等を回避することができる。

(7) 基本的にはその場で任意の可動部の形状を選択できるため、フォトリソグラフィー法を利用する場合のように、あらかじめその形状に合わせたマスクを製作しておく必要がない。このため、実際に加工をしながら、形状の最適化を行う場合等には、低コストで短時間で結果を得ることができる。

(8) 犠牲層や剥離層、構造体材料層の形成、および犠牲層の除去プロセスに、湿式プロセスを使用すれば、すべての工程を単一の装置で行うことが可能であり、短時間、低コストで可動構造体の製作を行うことができる。また、工程の自動

化も単一の装置で済むため、比較的容易に実現できる。

【 0 0 7 9 】

などの、効果を得ることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の部品製作方法に係る可動部を含まない部品を製作する場合の加工工程の概略を示す模式図である。

【図 2】

本発明の部品製作方法に係る可動部を含む部品を製作する場合の加工工程の概略を示す模式図である。

【図 3】

従来の可動部を含む部品製作方法の一例の加工工程を示す模式図である。

【図 4】

従来の可動部を含む部品製作方法の一例の加工工程の続きを示す模式図である。

【図 5】

本発明の部品製作方法の実施の形態 1 に係る可動部を含まない部品を製作する場合の一例を示す模式図である。

【図 6】

本発明の部品製作方法の実施の形態 2 に係る可動部を含まない部品を製作する場合の一例を示す模式図である。

【図 7】

本発明の部品製作方法の実施の形態 3 に係る可動部を含まない部品を製作する場合の一例を示す模式図である。

【図 8】

本発明の部品製作方法の実施の形態 4 に係る可動部を含む部品を製作する場合の一例を示す模式図である。

【図 9】

本発明の部品製作方法の実施の形態 5 に係る可動部を含む部品を製作する場合

の一例を示す模式図である。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 6 に係る部品製作方法を用いて部品形状加工工程を行う装置の一例を示す模式図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態 7 に係る部品製作方法を用いて部品形状加工工程を行う装置の一例を示す模式図である。

【図 1 2】

本発明の実施の形態 8 に係る部品製作方法で、複雑な形状の可動部を形成する場合の加工工程を示す模式図である。

【図 1 3】

本発明の実施の形態 8 に係る部品製作方法で、複雑な形状の可動部を形成する場合の加工工程の続きを示す模式図である。

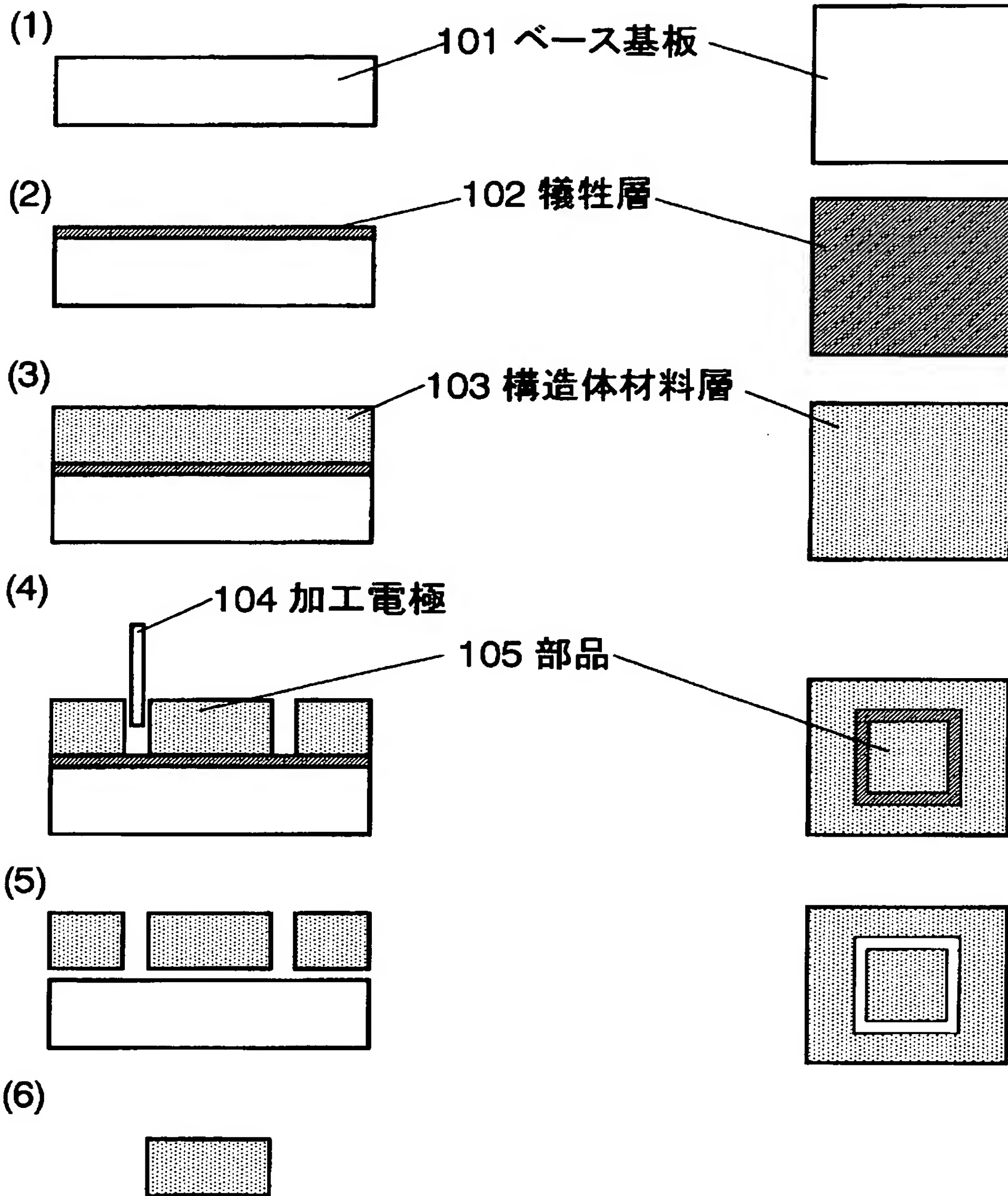
【符号の説明】

- 1 0 1 ベース基板
- 1 0 2 犠牲層
- 1 0 3 構造体材料層
- 1 0 4 加工電極
- 1 0 5 部品
- 2 0 1 構造体固定部
- 2 0 2 可動部
- 5 0 1 クロム基板
- 5 0 2 銅薄膜
- 5 0 3 ニッケル厚膜
- 7 0 1 ニッケル基板
- 7 0 2 剥離層
- 1 0 0 1 加工対象
- 1 0 0 2 加工溶液容器
- 1 0 0 3 X Y 軸ステージ

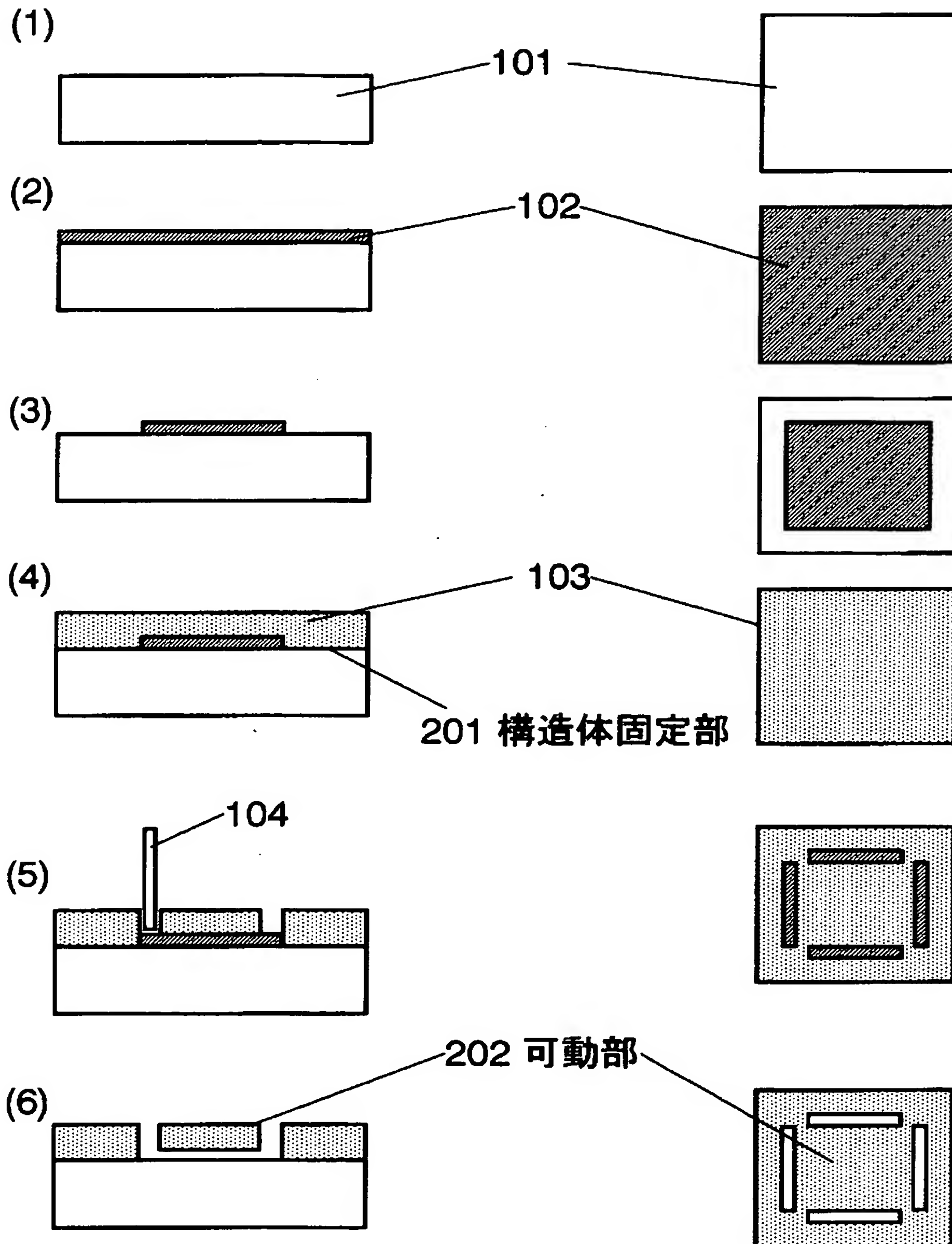
- 1 0 0 4 Z 軸ステージ
- 1 0 0 5 制御装置
- 1 0 0 6 プログラマブル電源
- 1 0 4 1 メッキ用加工電極
- 1 0 4 2 形状加工用電極
- 1 1 0 1 加工電極切換え機構

【書類名】 図面

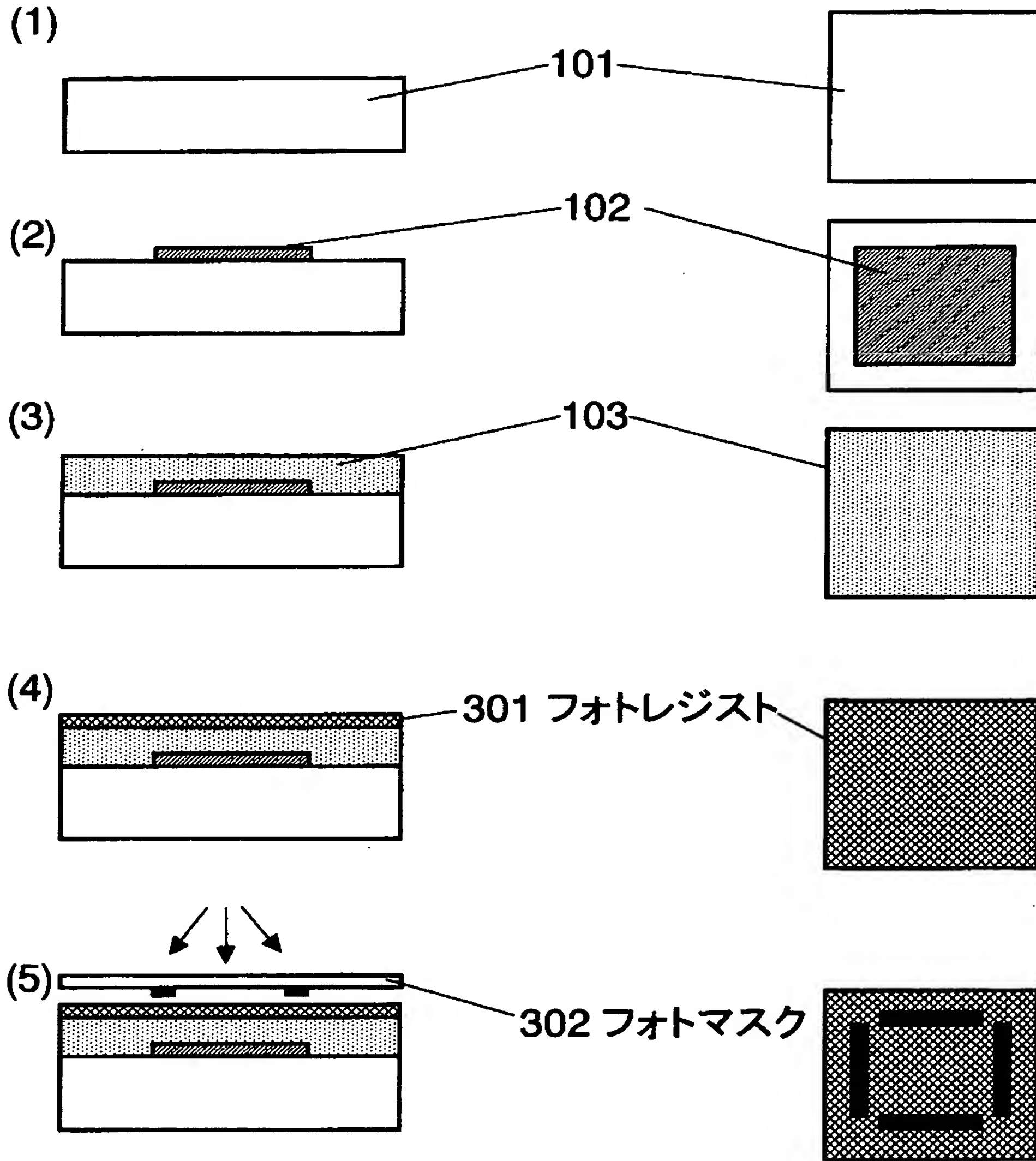
【図 1】



【図 2】

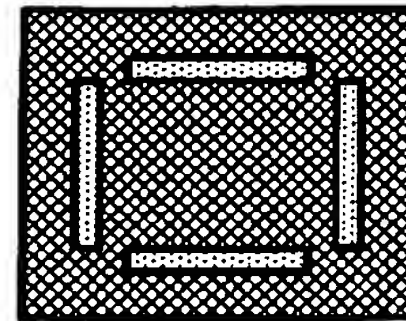
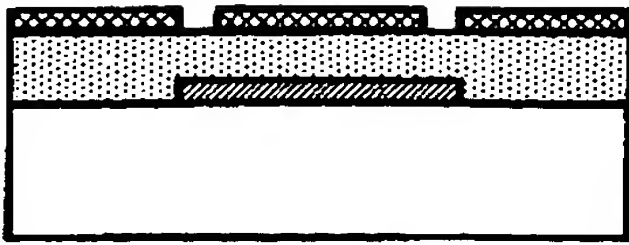


【図 3】

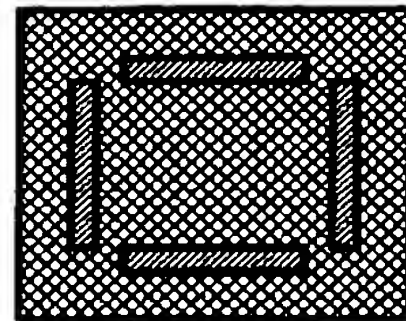
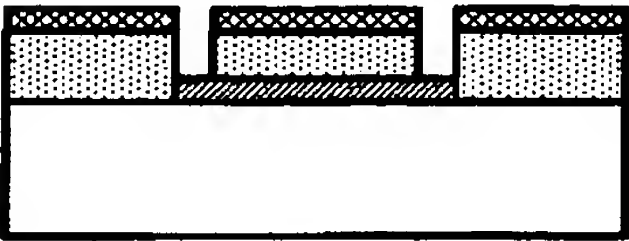


【図 4】

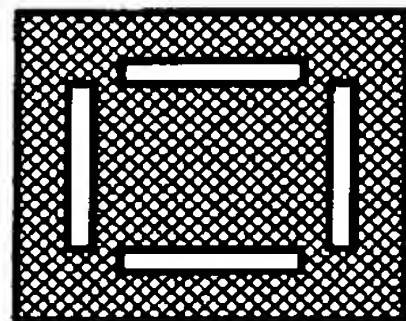
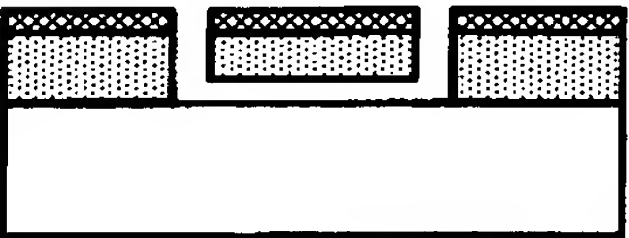
(6)



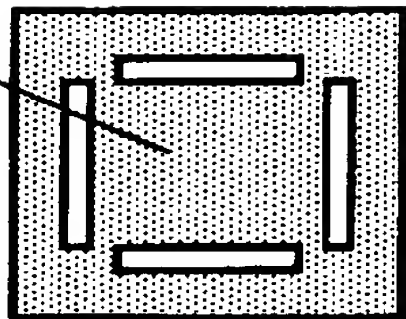
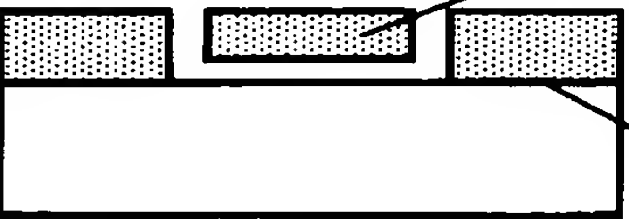
(7)



(8)



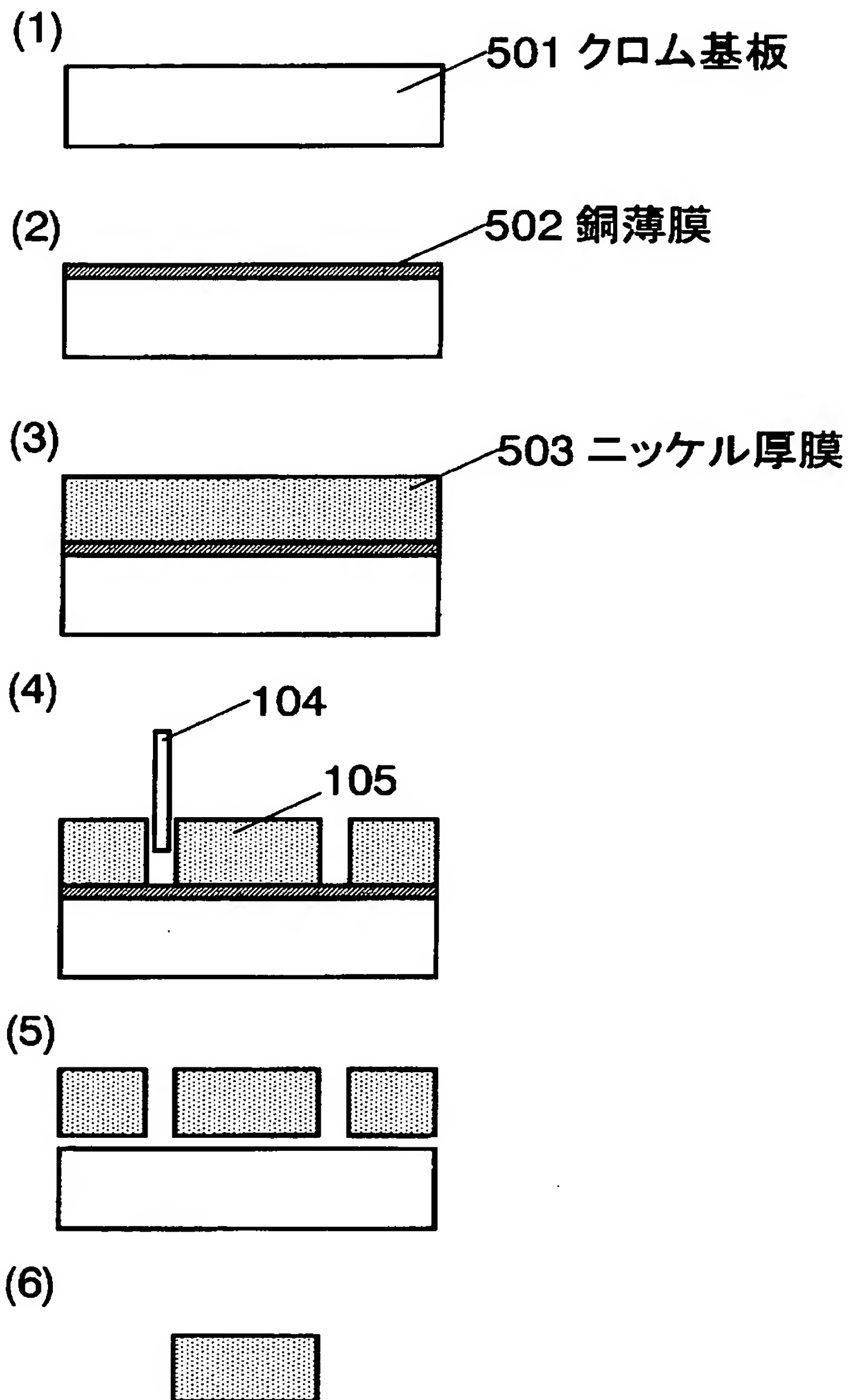
(9)



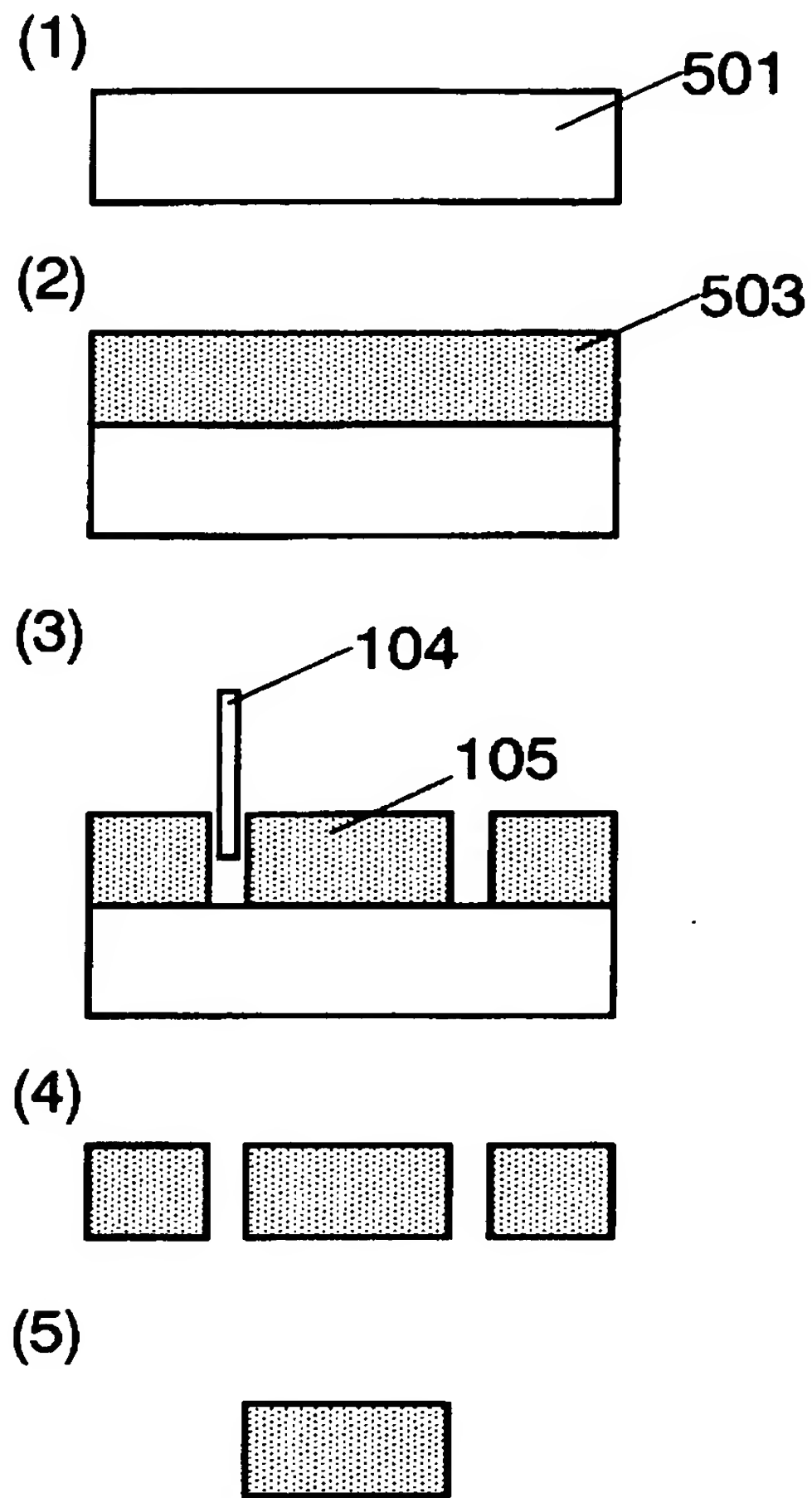
202

201

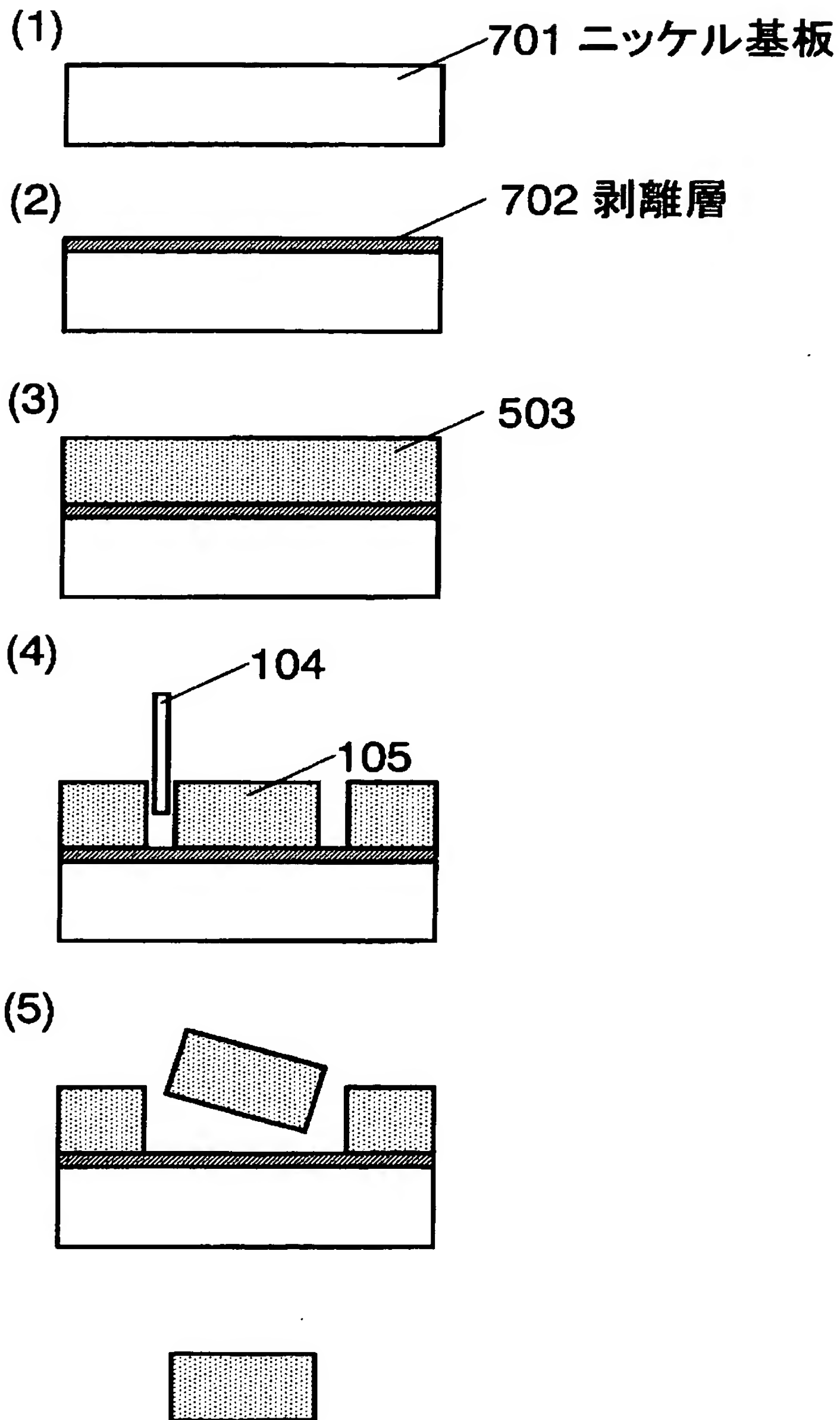
【図 5】



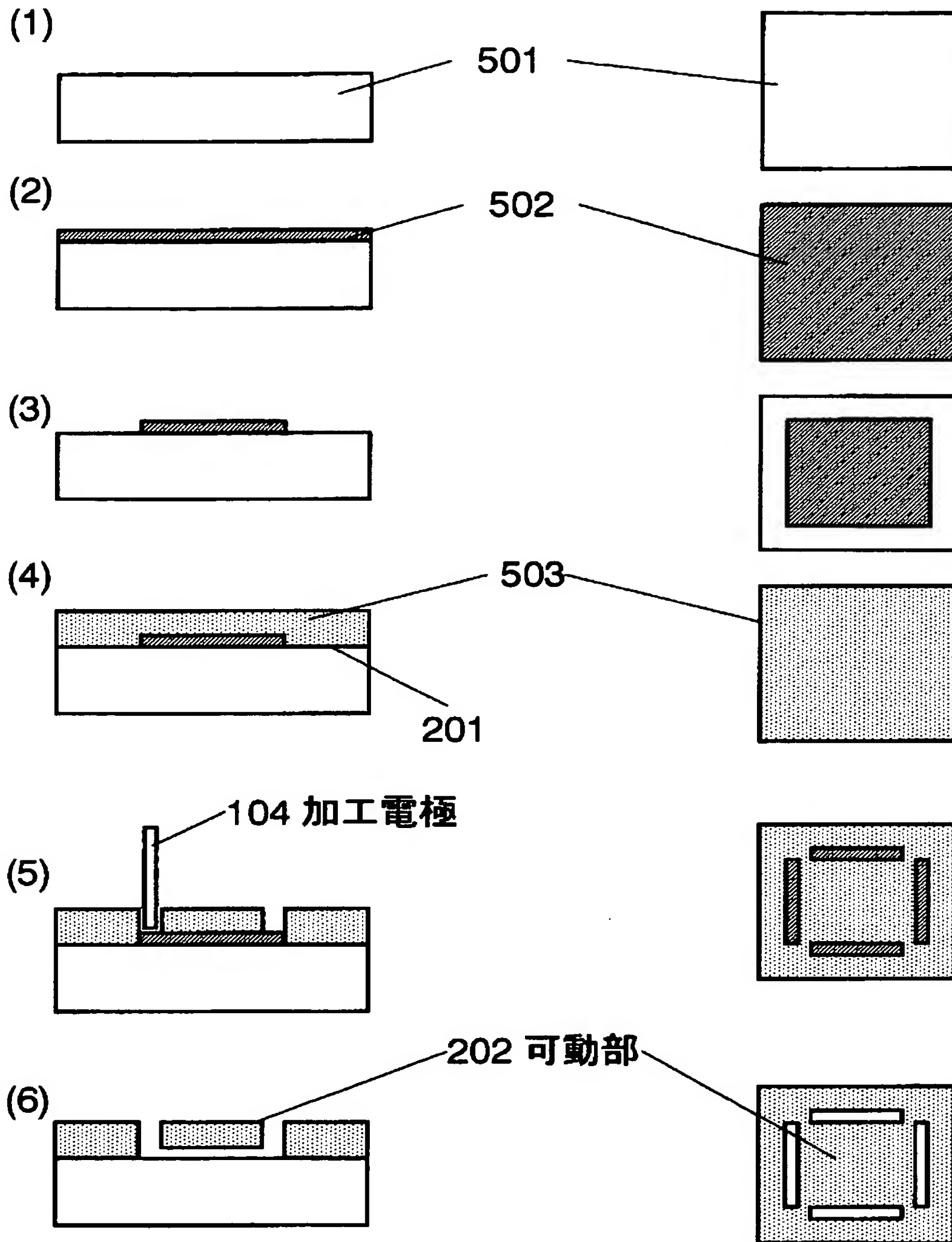
【図 6】



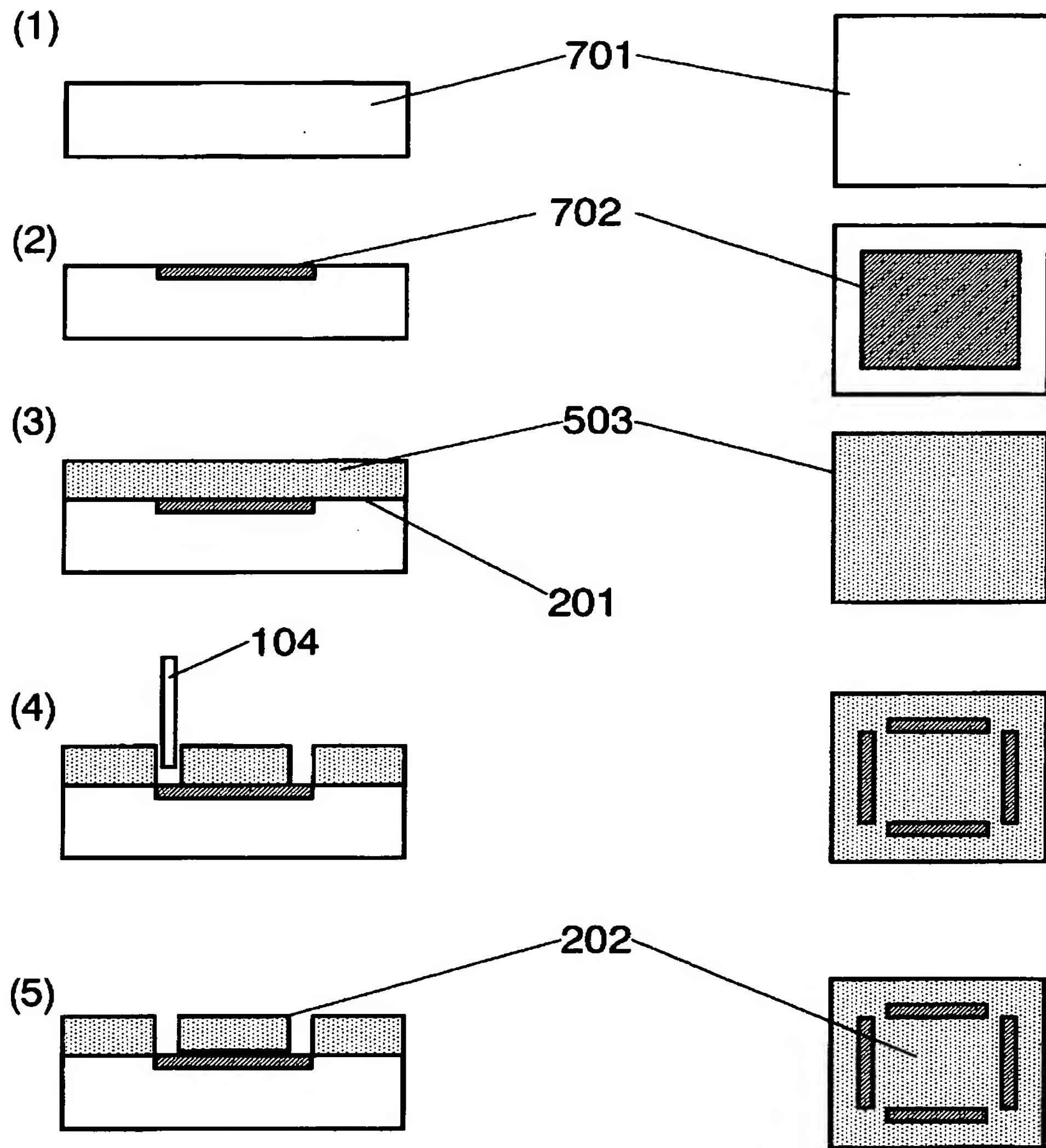
【図 7】



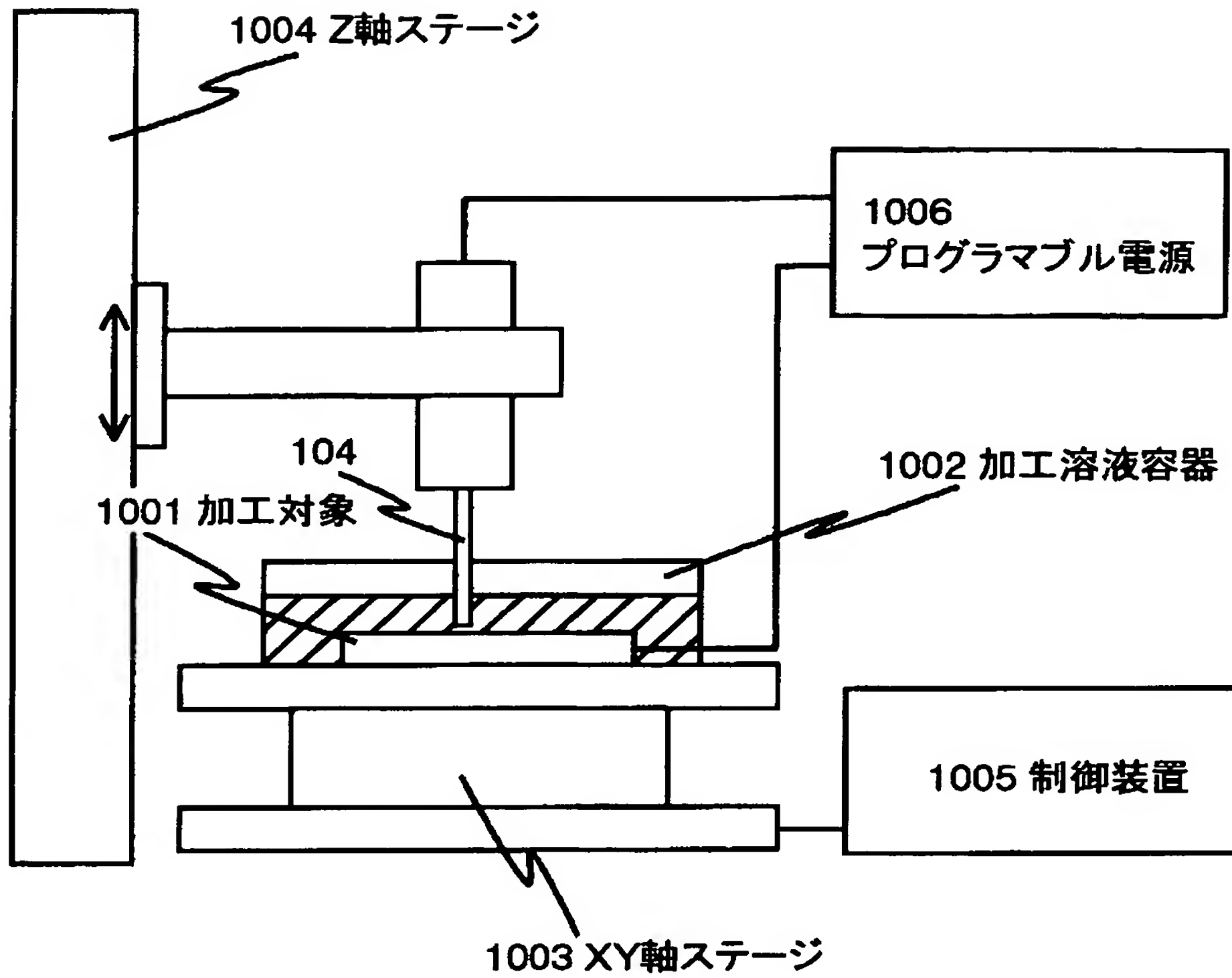
【図 8】



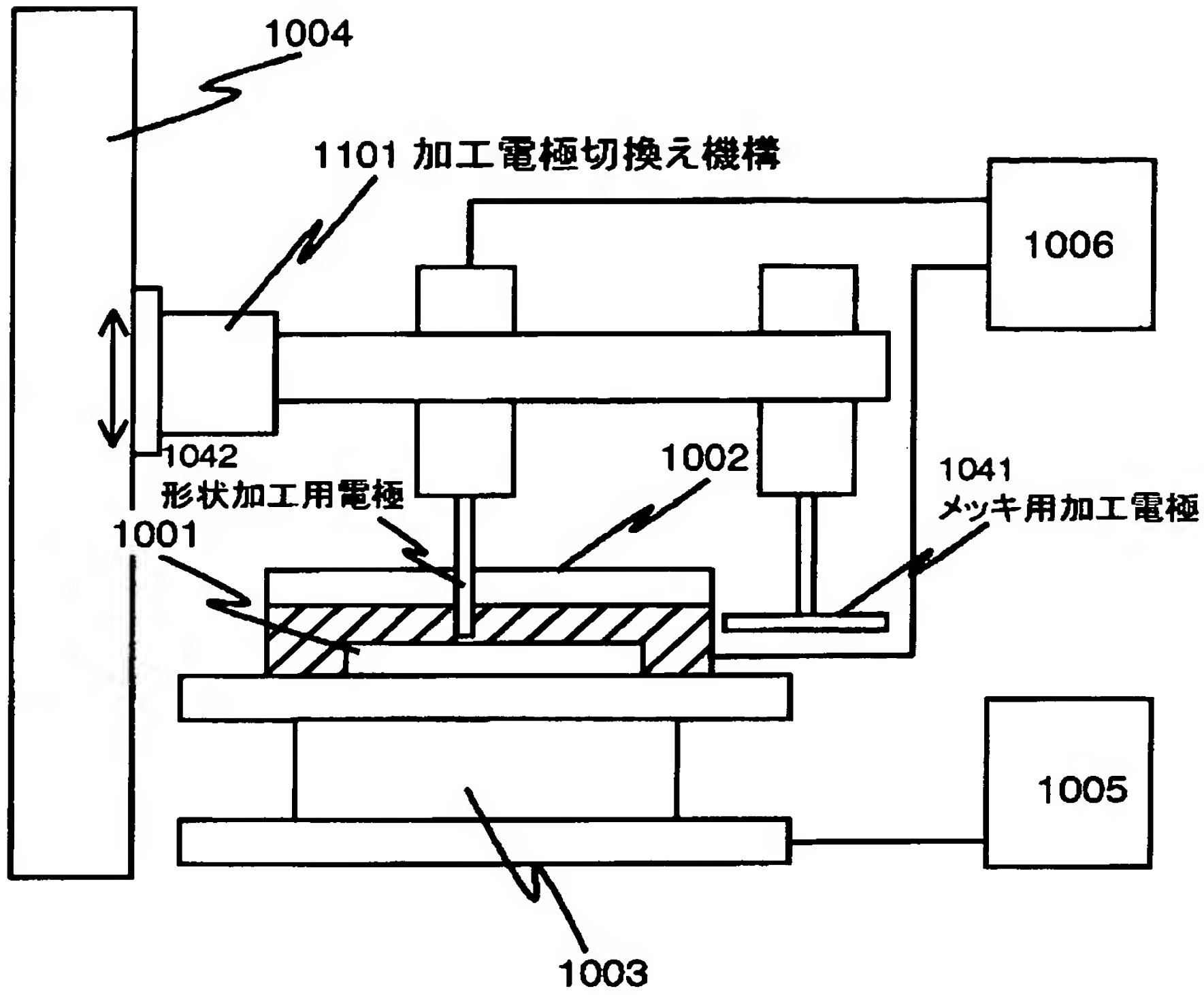
【図 9】



【図 10】

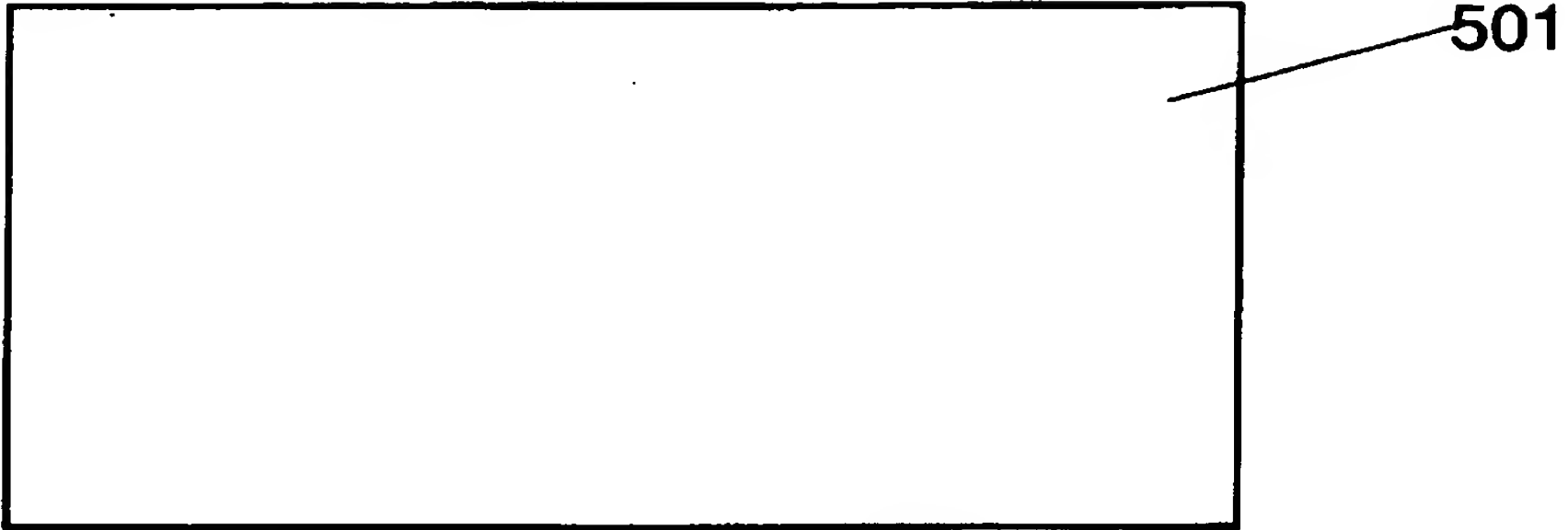


【図 11】

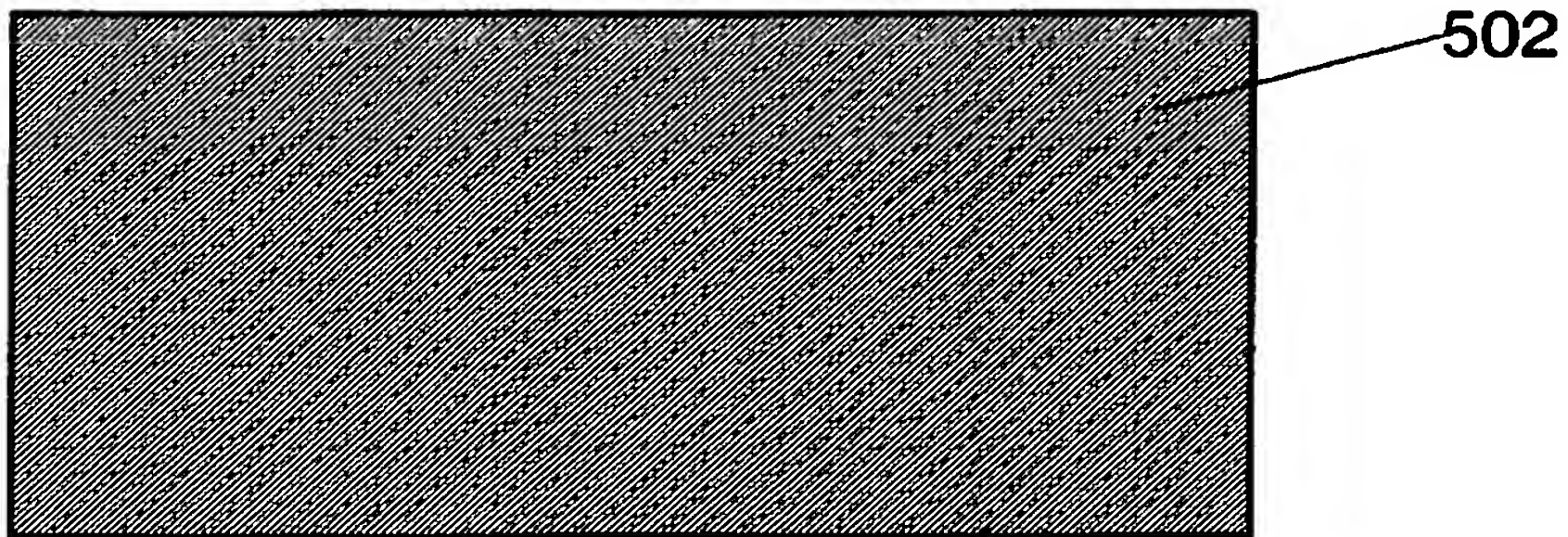


【図 12】

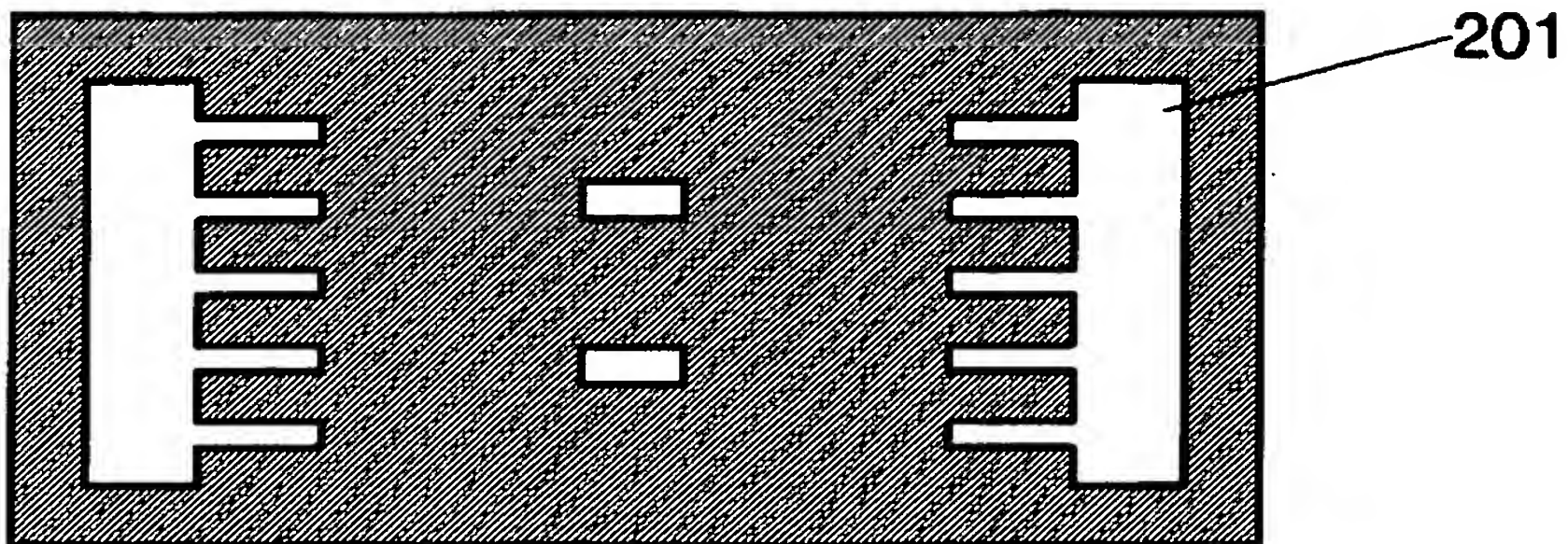
(1)



(2)

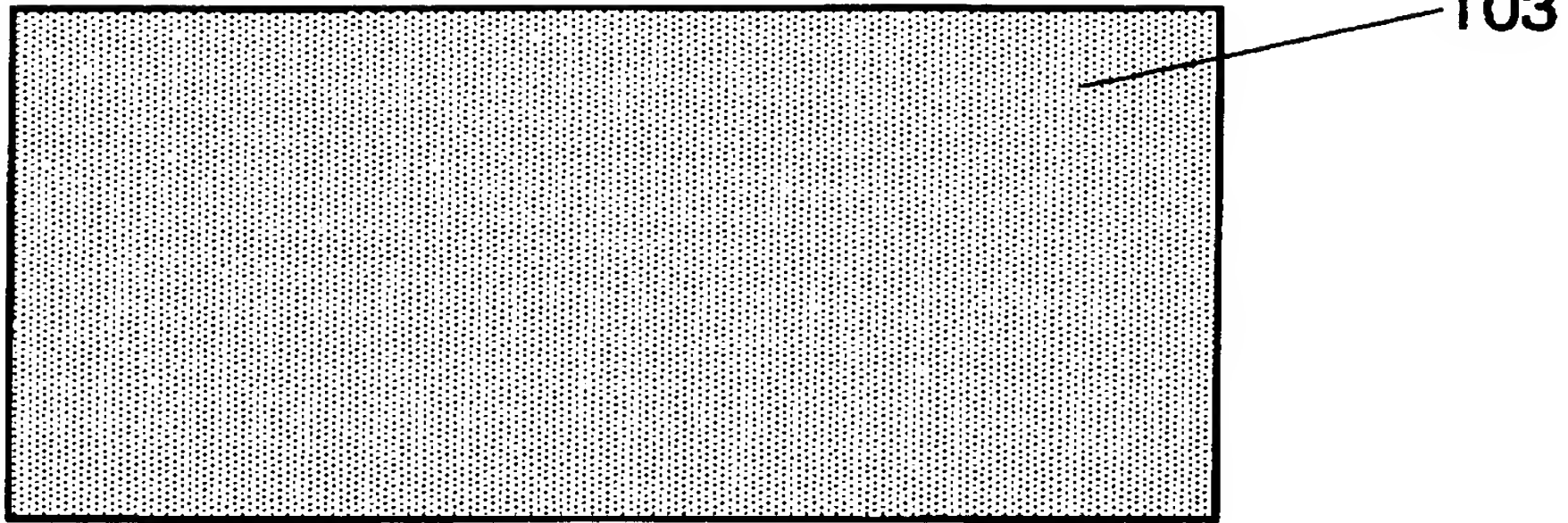


(3)

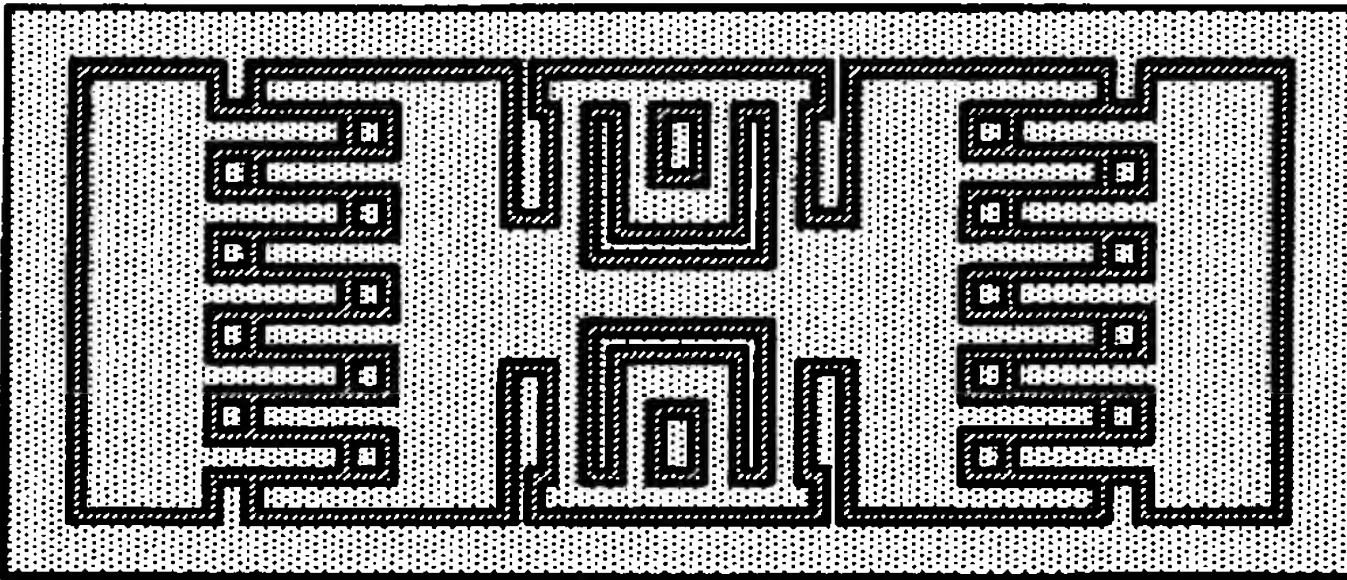


【図 13】

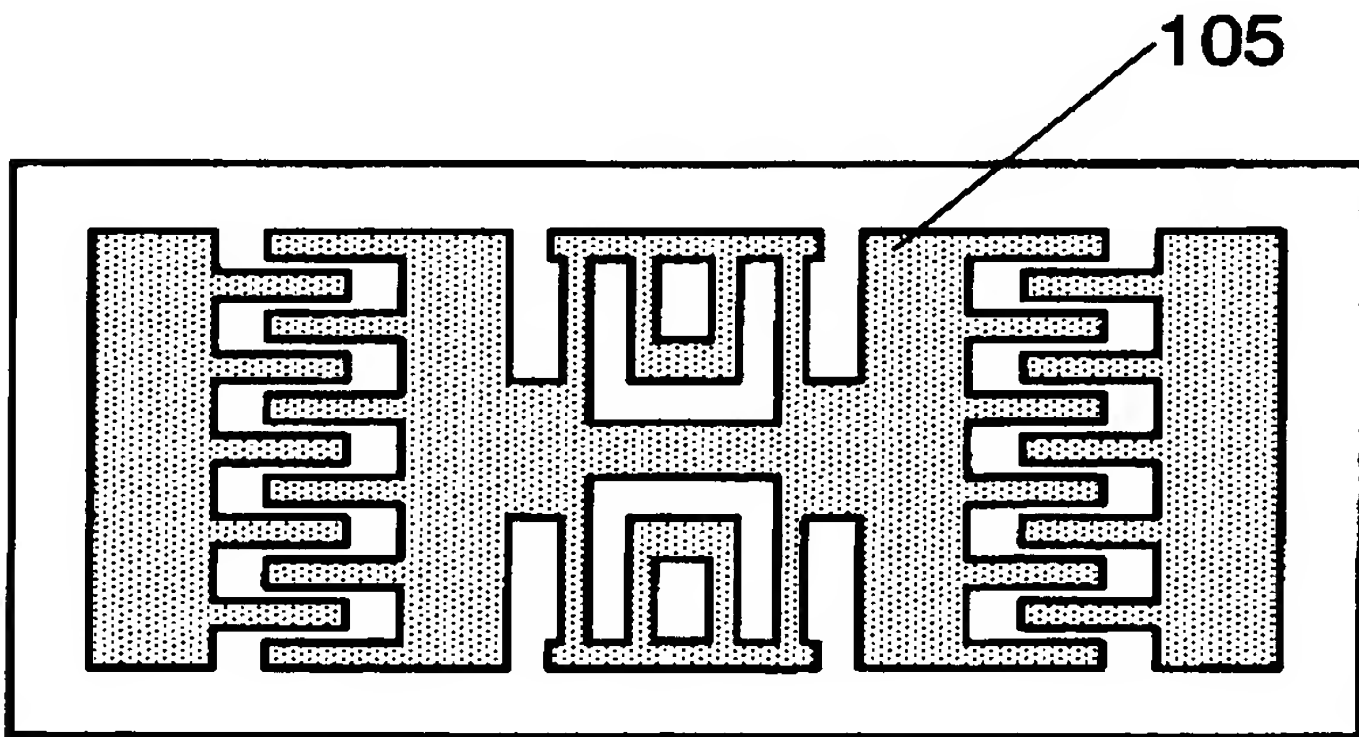
(4)



(5)



(6)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の機械加工や放電加工で加工する部品製法では、最終的な部品の形状となるまで加工材料全体を除去加工していくため、材料に無駄が多く加工時間も長くかかり、加工時に加工工具が消耗し、加工工具と加工対象が接触して物理的な力が加わるため、加工工具や製作する部品の微小化に限界があった。

【解決手段】 ベース基板 1 0 1 上に直接、あるいは犠牲層 1 0 2 や剥離層を介して、構造体材料層 1 0 3 を形成し、この構造体材料層 1 0 3 に目的とする部品外形形状に沿って、電気化学的に溝加工を実施、その後、犠牲層 1 0 2 やベース基板 1 0 1 のみを選択的に除去、あるいは剥離層から部品 1 0 5 を機械的に分離することにより、部品 1 0 5 とベース基板 1 0 1 とを分離して目的とする部品を得る、あるいは、分離する部分を一部に制限することで、可動部を有する部品を製作する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 3 5 0 6 4 1
受付番号	5 0 1 0 1 6 8 7 1 5 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 3 年 1 1 月 2 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002325
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
【氏名又は名称】	セイコーインスツルメンツ株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100096378
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコー インスツルメンツ株式会社 知的財産部
【氏名又は名称】	坂上 正明

次頁無

特願 2 0 0 1 - 3 5 0 6 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 2 5]

1. 変更年月日	1 9 9 7 年 7 月 2 3 日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社